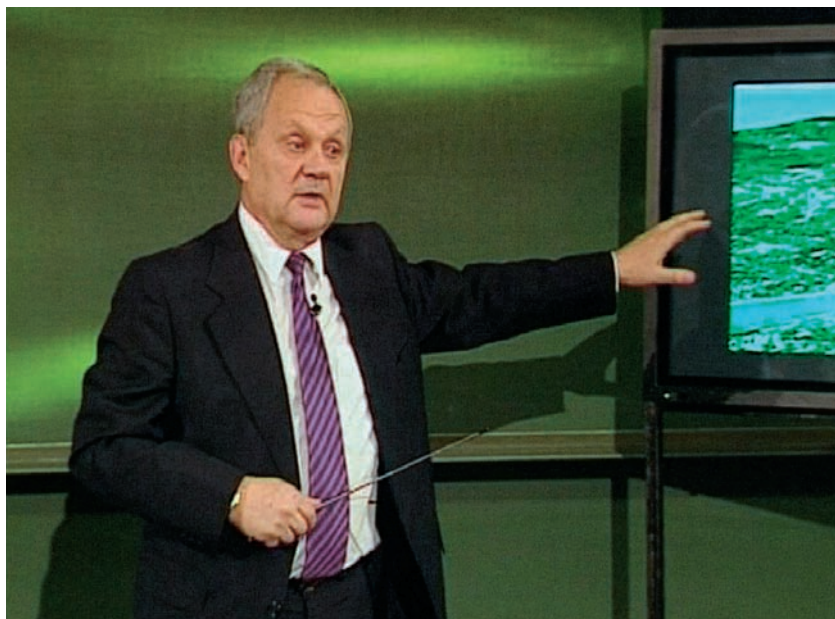


# HAVASS MIKLÓS

## A számítógéptől az információs társadalomig



Havass Miklós  
informatikus

1940-ben született. 1963-ban a szegedi József Attila Tudományegyetem Természettudományi Karán szerzett matematikusi diplomát. Diplomamunkáját „Zeneszerzés számítógéppel” címen írta, majd Kodály meghívására az MTA Népzene kutató Csoportjában kezdte pályáját.

1965-től a magyar gyártmányú számítógépek szoftverfejlesztésével foglalkozott a Pénzügyminisztérium, majd a Nehézipari Minisztérium háttérintézményeinél. 1972-ben csatlakozott a Számalkhoz (illetve jogelődjéhez), amelynek egyik tulajdonosa is. 1986-tól vezérigazgató, 1990–2003 között elnök, ma tanácsadói funkciót tölt be.

1994-ben figyelme az információs társadalom kérdéseinek vizsgálata felé fordult. Kezdeményezője és szervezője volt az információs társadalommal kapcsolatos országos stratégiák kidolgozásának. Meggyőződése, hogy az ország jövője nagymértékben lakosai műveltségén, iskolázottságán múlik, ezért angol oktatási nyelvű magániskola-hálózatot alapított. Számos hazai és nemzetközi tudományos és társadalmi testület tagja, vezetője.

Főbb kutatási területe: szoftvertechnológia, az informatikai társadalom hatásai.

Ma körülöttünk mindenütt számítógépek dolgoznak. Számítógépek irányítják autóinkat, légi forgalmunkat, olykor szívverésünket. Számítógépek ellenőrzik bankforgalmunkat, atomerőműveinket. Segítenek háztartási gépeinkben, üzemeinkben, játékainkban. Számítógépek tervezik protéziseinket, stadionjainkat, készítik fénykép- és videofelvételeinket. S mindebből ötven éve még semmi nem létezett.

De a mindennapok csodái még nem értek véget: a számítástechnika, a távközlés és az elektronikus média gyors összeolvadása (konvergenciája) világméretű hálózatokba szervez valamennyiünket. Összeszűkül a Glóbusz, lerövidül az idő, felgyorsul az élet, kitágulnak a lehetőségek. Az új technológián új társadalom szerveződik.

## Bevezetés

*Isten szólt hozzájuk:*

*„Legyetek termékenyek, szaporodjatok, töltsétek be a földet és vonjátok uralmatok alá...”*

(Teremtés 1,28)

**Ítélet:**

a logikában használatos kifejezés. A logikai ítélet vagy állítás nyelvi kifejezési formája a kijelentő mondat. Jellemzője, hogy egyértelműen vagy igaz, vagy hamis.

**Abakusz:**

számolásra szolgáló eszköz az ókori görögöknél.

**Szcsoti:**

az abakusz orosz megfelelője, mechanikus számolóeszköz.

**Tranzisztor:**

elektromos jelek erősítésére, rezgékeltésre, kapcsolásra, különböző logikai funkciók ellátására szolgáló félvezető eszköz.

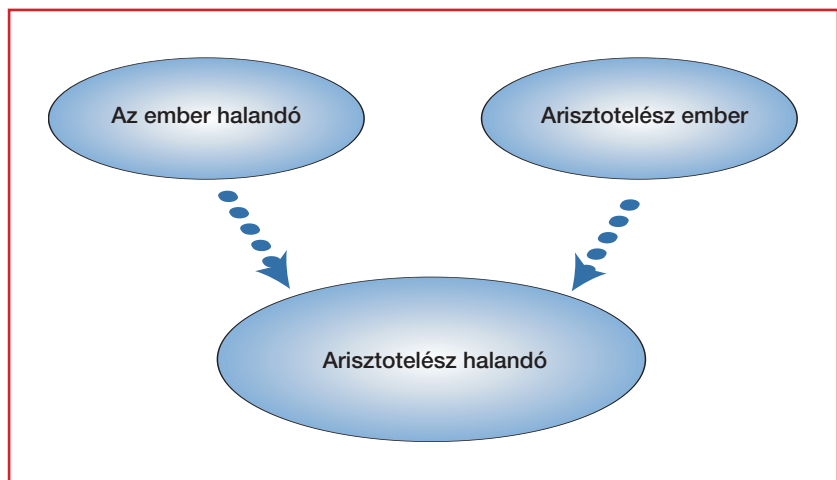
Aki hisz, annak Isten szava. Aki nem, annak ősi, több ezer éves emberi tapasztalat parancsa: Ismerd meg a világot, s mint gondos gazda, jó uralkodó, viseld gondját, alkosd tovább!

Mi, emberek? Hiszen kicsik vagyunk és elvesztettek. Fázunk, gyöngék, sérülékenyek, halandók vagyunk. Ám szerencsénkre e munkában van egy hatalmas erőforrásunk, a reflexív gondolat. Az ember tehát érzékszerveivel felfog, értelmével (amelyet a kommunikáció segítségével másokkal megoszt, társadalmasít) megért, akaratával felhasznál, létrehoz-átalakít, irányít.

E munkájában az ember éppen a gondolkodása (észlel, emlékszik, asszociál, következtet, tanul, kommunikál stb.) segítségével hiányosságait pótolja. Meztelenségét a világ anyagaival befedi (ruházat, ház, fűtés); elesettségét leküzdi (élelem, gyógyszer); a világ anyagait, energiáit befogja, felhasználja (műanyagot, intelligens anyagot hoz létre); biológiai adottságait (kézügyesség, járóképesség, érzékszervei hatékonysága) kiterjeszti: szerszámot, gépet, protézist, automatát készít.

A nagy felfedezések, találmányok erősebbé tették izmainkat (erőgépek), jobbá tették látásunkat (távcsövek), gyorsították mozgásunkat (közlekedési eszközök). És mit tehetünk legsajátosabb erőforrásunkkal, a gondolattal? Hogyan tudnánk gyorsabban, tökéletesebben (hibátlanabban) gondolkodni? Vagyis hogyan tudnánk gondolkodásunkat gépesíteni? Erről a kalandról és a kaland következményeiről szól mai előadásunk.

Kérdésünk szempontjából gondolkodásunk egyik legfontosabb aspektusa a feladat- vagy problémamegoldás képessége. A feladatmegoldás következtetések láncolatából áll. A világról rendelkezésre álló információkat állításokba, vagy szakszerűbben mondva, **ítéletek**be foglaljuk. Az ítéletekből következtetéseket vonunk le. E tevékenység fontosságát felismerték már a görög és az indiai filozófiában is, s megalkották a helyes következtetések szabályait: a logikát. A gond azonban az, hogy következtetési sebességünk korlátozott. Néhány következtetést tudunk levonni percenként, míg egy valamire való probléma következtetések millióiából áll. Mire végére jutunk, az elejét elfeledjük. És ha elkövetünk néhány hibát, újrakezdhetjük. Feladataink egy része szerencsénkre matematikai egyenletek formájában is felírható (modellálható), megoldásuk egyszerű matematikai műveletek végre-

*Arisztotelészi logika*

hajtásából áll, amelyek könnyebben gépesíthetők. Szerkesszünk tehát olyan gépet, amely a matematikai feladatokat az embernél gyorsabban oldja meg (számolja ki), s kevesebbet téved, mint az ember!

## A számítógép

Az ötlet nem új. Már a kínaiak, perzsák is használtak számoló köveket, majd a tízes számrendszer feltalálása után az **abakuszokat**, illetve később különböző mechanikus gépezeteket. Aki Oroszországban jár, még ma is találkozhat az ősi eszközzel, a **szcsotival**. A modern számítógépek azonban az utolsó ötven év termékei, amióta a mechanikus (tehát mozgó, és ezért lassú, könnyen hibásodó) elemeket elektromos vagy elektronikus eszközökkel (elektroncső, **tranzisztor**) tudjuk kiváltani. Az első modern számítógépek a második világháborút megelőző években jelentek meg (és magától értetődően a löelemképzést, a **desifrizozást** voltak hivatva megoldani), s logikai felépítésükre nagy befolyást gyakorolt a magyar származású, sokoldalú matematikus-zseni: Neumann János. Még a ma működő számítógépek is az ő elvei, az úgynevezett Neumann-architektúra alapján épülnek.

### Neumann János

(1903–1957):

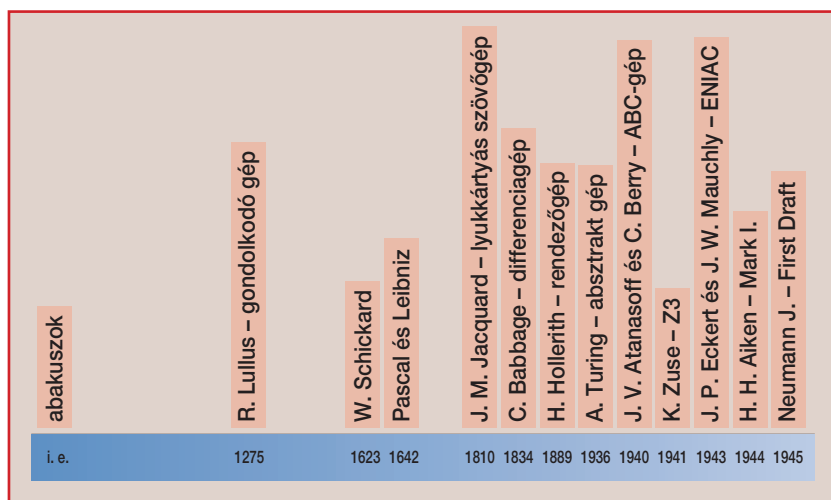
magyar származású amerikai matematikus, a számítógépek egyik megalkotója.

### Desifrizoz:

kibetűz, titkosírást vagy rejtjelet megfejt.

### Algoritmus:

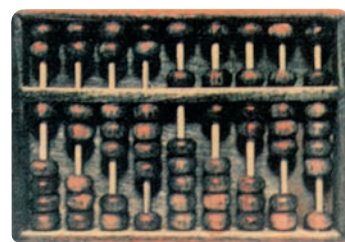
műveletvégzési szabályrendszer; egymást meghatározott sorrendben követő lépésekben a probléma megoldásához vezető út.



A számítógépek története

A számítógép – amely tehát sok milliószor gyorsabban tud számolni, mint az ember – számokat tárol memóriájában. Így tárolódnak a számításhoz szükséges (input), illetve a számítások során keletkezett adatok. De így tárolódik az az **algoritmus** is, amely előírja (feladatunknak, egyenleteinknek megfelelően), hogy milyen matematikai műveleteket kell – egymás után – végrehajtani az adatokon. A számítógép a tárolt algoritmus alapján egymás után hajta végre az előírt műveleteket (processzál), amíg el nem készül az eredmény, amelyet valahogyan közöl a világgal (output).

A kezdetben célul kitűzött feladatok sikeres megoldása után azonban gyorsan megnőtt az étvágy, egyre nagyobb, egyre bonyolultabb feladatokat akartunk megoldani. A számítógépek fejlesztésének két legfontosabb kérdése a következő lett: a *sebesség* (műveletvégző gyorsaság) és a *memória*



Abakusz



A számítógép nagyvonalú architektúrája

**Diszkrét elemek:**

nem folytonos, szakadással, elkülönült elemek.

**Integrált áramkör:**

sok elemből felépülő áramkör, amelynek minden kapcsolási elemét egységes eljárással egyetlen félvezető lapkán hozták létre. Röviden: IC – chip.

**Chip:**

integrált áramkörök félvezető alapeleme. Kb. 0,1 mm vastag, néhány száz négyzetméter felületű szilíciumszelet, amelyen akár százmillió tranzisztort tartalmazó áramkör is elhelyezhető.

**Moore-törvény:**

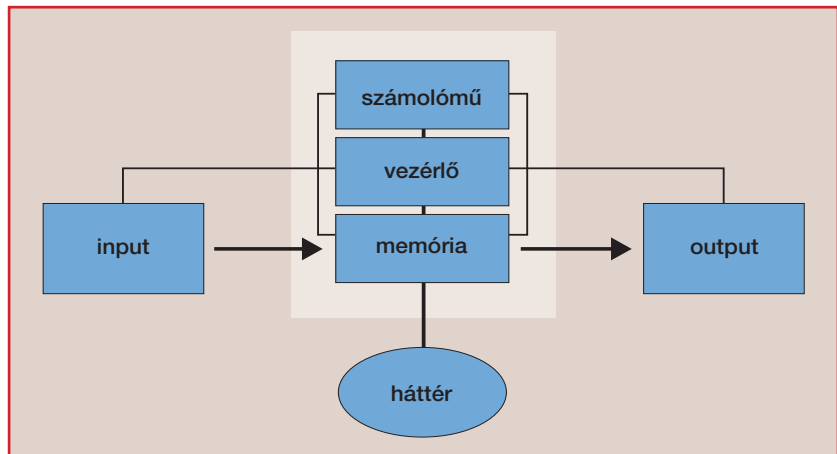
a technológiai haladás mértéke a Moore-törvénynek nevezett megfigyelés alapján modellezhető, amely nevét Gordon Moore-ról, az Intel egyik alapítójáról és vezetőjéről kapta. Moore 1965-ben ismerte fel, hogy a memóriachipek új generációját háromévenként mutatják be. Mivel minden új generációban négyszer annyi memória van, mint az elődjében, rájött, hogy az egy chipre tehető tranzisztorok száma egy állandó szerint növekszik, és megjósolta, hogy ez a növekedés még évtizedekig fog tartani.

**Nanométer:**

a méter ezermilliomod ( $10^{-9}$ ) része.

**Nanotechnológia:**

mikroszkopikus méretű berendezések, eszközök kialakításával foglalkozó terület.



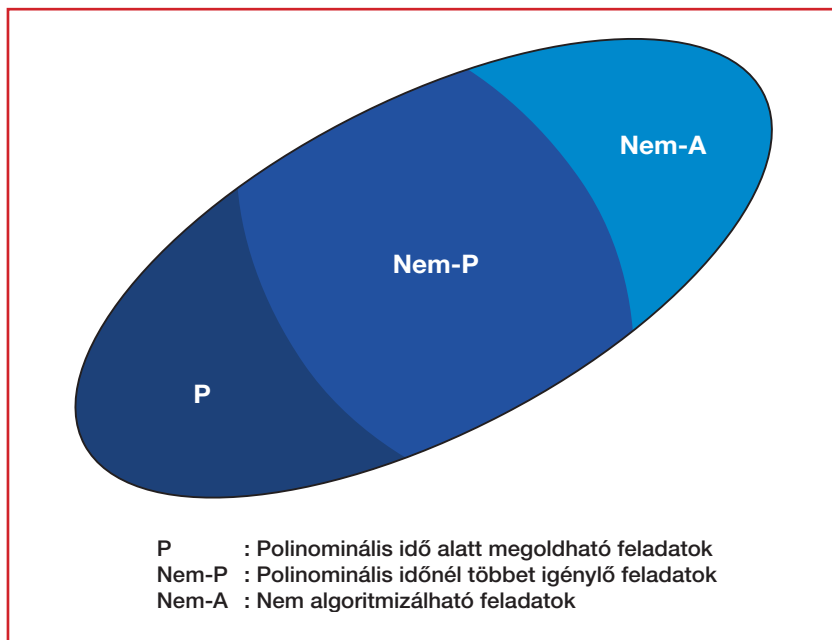
kapacitása (ha nagyon gyors a gépünk, akkor általában nagyon sok alapadatra, illetve közbenső eredmény tárolására van szükség). E követelményekhez harmadikként társult a *hibamentesség*, hiszen a számítógép nagy sebessége mellett a feladat manuális ellenőrzése többé már lehetetlenné válik.

Szerencsénkre a három igény egy irányba hatott. Minél kisebb a számítógép, annál könnyebben szervezhető nagyobb sebesség elérésére (rövidebb távolságon hamarabb terjed az információ); annál nagyobb tudást tudunk kis helyen felhalmozni; s ha a miniatürizálást úgy sikerül elérni, hogy nem **diszkrét elemek**ből „huzalozzuk össze” a számítógépet, hanem egy alkalmas anyagot (például félvezető) úgy munkálunk meg (például litográfiával), hogy az anyag speciális megmunkálásával készül el a milliányi elemből álló számítógép, akkor ez a meghibásodás valószínűségét is nagyságrendekkel csökkentheti. A miniatürizálásnak van egy váratlan további hozadéka is. Számítógépünk zsebünkben, karunkon, esetleg szívünkben elfér, *mobillá*: mintegy részünké válik.

Ezeknek az igényeknek együttesen felelt meg az 1950-ben feltalált **integrált áramkör**, amelyen egy négyzetcentiméteren egy egész számítógép, processzorok milliói férnek el. Az integrált áramkörök feltalálása óta a számítógépek teljesítményének növekedése óriási. A **Moore-törvény** néven híressé vált összefüggés szerint az egy négyzetcentiméternyi területen elhelyezkedő elemek száma – s ezzel a számítógép sebessége – másfél évente megduplázódik.

Ennek a növekedésnek egyszer (egyebek becslései szerint tizenöt-huszonöt év múlva) azonban vége szakad. Az egy négyzetcentiméteren összesűrített elemek száma olyan nagy lesz, hogy az elemek mérete a **nanométer**-tartományba esik, azaz összemérhető lesz az atomok nagyságával. Márpedig ebben a nagyságrendben új fizikai törvények érvényesek, a kvantummechanika törvényei. E kérdések, s ezzel együtt egy új számítástechnikai rend megalapozásával foglalkozik a nanotechnológia rejtélyes, új tudománya, amelynek jelentőségét mutatja, hogy az Egyesült Államok sok milliárd dolláros évi kerettel s több tízezer kutató kiképzésével készíti elő az új eredményeket, amelyek egyik célja éppen újfajta, rendkívül nagy teljesítményű számítógépek előállításai. (Ha lehet egyáltalán!)

A másik bökkenő az, hogy a matematikusok kimutatták: a feladatoknak



A feladatok bonyolultsága

csak egy részére igaz az, hogy a számítógépek sebességének növekedésével előbb-utóbb végére érünk a számításoknak (ilyenek például a P-feladatok, azaz **polinomiális** idő alatt elvégezhető, kiszámítható számítású feladatok); a feladatok más részének a számításigénye azonban a bemenő adatok növekedésével olyan gyorsan (például exponenciálisan) növekszik, hogy (legalábbis a mai elvek alapján működő) számítógépek sohasem érnek a számítások végére (nevezzük ezeket most Nem-P-feladatoknak). Vagyis bár elvileg nincs akadálya e feladatok megoldásának, gyakorlatilag nem tudjuk (és nem fogjuk tudni) kiszámítani őket. Ez bizony szomorú hír, korlátozott lehetőségekről tudósít, ha csak a kvantum-számítástechnika – ha egyáltalán lesz ilyen – meg nem változtatja majd a helyzetet.

A szituáció azonban még ennél is rosszabb! Vannak ugyanis olyan „matematikai” feladatok, amelyek egyáltalán nem oldhatók meg, nem algoritmizálhatóak, tehát nemcsak gyakorlatilag, de elvileg is kívül esnek a kiszámíthatóság határain. (Itt olyan kérdéstről van szó, mint amilyeneket a korábbi előadások a **Heisenberg-féle határozatlansági elvvel**, a **Gödel-tétellel** vagy Wittgenstein filozófiájával kapcsolatban emlegettek.) A híres angol matematikus-fizikus, Roger Penrose, ilyen feladat példaként említi a zeneszerzést: szerinte Mozart nem szabályokba foglalható, kiszámítható algoritmus mentén szerezte nagy műveit. (Bár megjegyzem, éppen Mozart egy-két könnyű kis keringőt kockákkal vetett ki, s így szerzett zenét a közelmúltban például Xenakis). Ám Mozart *Requiemje*, ahogyan a keletkezés története is meséli, utánozhatatlan, egyszeri intuíció eredménye volt.

Ezt nem tudtam fiatalkoromban, amikor diplomamunkaként zenét szereztettem számítógéppel, még hozzá Kodály stílusában. Az eredményt Kodály is meghallgatta. Szükszavú ember volt. Csak ennyit mondott: „Nem rosszak. De az enyémekek jobbak.”

De miért is beszélünk zeneszerzésről, hiszen „csodálatos” számítógépeink – legalábbis egyelőre csak ennyit tudunk róluk – számolni tudnak.

**Polinom, polinomiális:**  
 többtagú algebrai kifejezés.

**Heisenberg-féle határozatlansági elv:**

a Werner Karl Heisenberg (1901–1976) német fizikus nevéhez fűződő reláció azt mondja ki, hogy a részecske impulzusa és helye nem állapítható meg egyszerre egy adott értéknél pontosabban.

**Gödel-tétel:**

Kurt Gödel (1906–1978) osztrák matematikus híressé vált felfedezése, melynek lényege, hogy bármely axiomatikus rendszerben létrehozhatók olyan értelmes állítások, amelyek ezen az adott rendszeren belül nem bizonyíthatók.

**Penrose, Roger** (1931–):  
 brit matematikus.

**Wittgenstein, Ludwig**  
 (1889–1951):  
 osztrák filozófus, matematikus.

**Xenakis, Iannis** (1922–2001):  
 görög zeneszerző.





0	0	16	10000
1	1	17	10001
2	10	18	10010
3	11	19	10011
4	100	20	10100
5	101	21	10101
6	110	22	10110
7	111	23	10111
8	1000	24	11000
9	1001	25	11001
10	1010	26	11010
11	1011	27	11011
12	1100	28	11100
13	1101	29	11101
14	1110	30	11110
15	1111	...	

A kettes számrendszer kialakítása

Igaz, akár nagyon bonyolult képleteket, nagyon sok bemenő adattal, gyorsan kiszámolnak, de csak számolnak. Ez is nagyszerű dolog, ám a számolás és a zene egymástól nagyon távol eső dolgok. De várjunk csak, majd meglátjuk, hogy nem is annyira!

## A digitális világ

A természet nem ismer ugrásokat – szokták mondani. Azaz az érzékszerveinkkel felfogott való világ mennyiségei (hőmérséklet, súly, erő, távolság stb.) folytonosak. Az emberi lelemény azonban a folytonos mennyiségeket (jó közelítéssel) diszkrét mennyiségekké tudja alakítani, amely mennyiségeket könnyű számokkal helyettesíteni, s rajtuk műveleteket végezni. Persze ha nem matematikai képletmegoldásról van szó, nem matematikai, hanem egyéb logikai műveleteket. A világról való emberi tudás nagy területe közelelhető diszkrét számokkal, azaz **digitalizálható**.

Számokká alakíthatjuk az írást, a beszédet egyszerűen úgy, hogy minden betűhöz, hanghoz vagy hangzópárhoz (élőbeszéd esetében) hozzárendelünk egy számot. S a számokon műveleteket definiálunk: például ábécé szerinti sorba rendezést vagy betűsorozatok helyettesítését más betűkkel.

Számokká alakítható a zenei hang (például minden magasságnak és ritmusértéknek egy-egy számpárt feleltetünk meg), a nem-zenei hang (diszkrét időpontokban megmérve a frekvenciáját), a kép (fekete-fehér pontok halmazának tekintjük, s a pontoknak 0 vagy 1 értéket adunk), a színes kép (pontonként három különböző számot engedünk meg három különböző színnek megfelelően, amelyekből a többi „kikeverhető”), a mozgókép, ha másodpercenként elegendő számú felvételt készítünk, s a Föld felszíne földrajzi koordinátaival. De számokkal ábrázolhatjuk tapintási, szaglási, mozgási érzékeléseinket is, s így számtengerként ábrázolhatjuk a minket körbevevő világ számos jelenségét. És ezeken a számokon az ábrázolt világ tulajdonságainak megfelelő műveleteket végezhetünk. A zenei hangok közül kiszűrhetjük a sercegést, transzponálhatjuk őket. Az öreg képeket kitisztíthatjuk, a trükkrajzokat egymásba alakíthatjuk át (**morphing**), mesterségesen rajzolt figurákkal vagy élő személyek fényképeivel mozgófilmet készíthetünk stb.

Ha a világ egy darabját számsorozatokba zárjuk, akkor olyan tulajdonságait, nézeteit is kiszámíthatjuk, amelyek az eredeti számok között nem találhatók. Ha például Budapest földrajzi koordinátáit számítógépen tároljuk, s azt a műveletsort végezzük el rajtuk, amely előállítja a város háromdimenziós képét, méghozzá úgy, mintha körbepölyölnék felette, akkor először az egyik oldaláról látjuk a Margitszigetet, azután a másíkról.

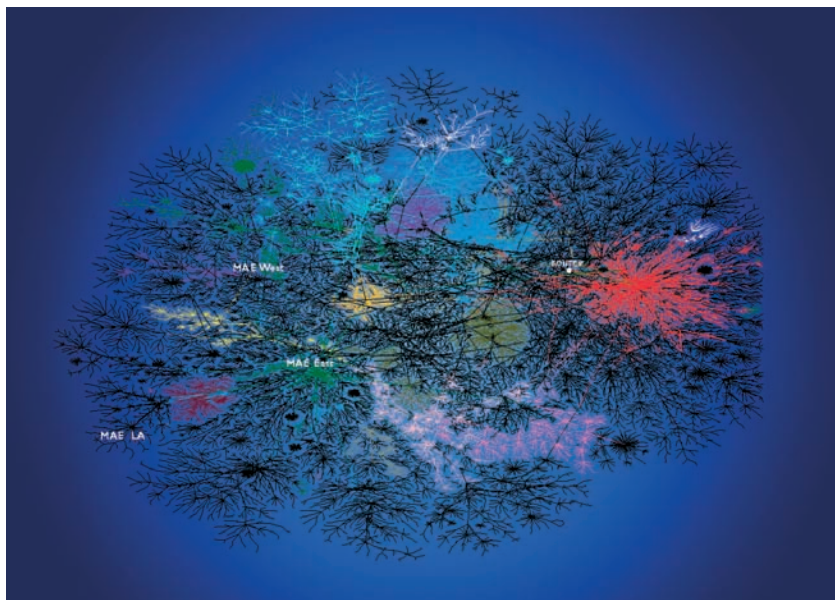
Képzeld el, hogy nem Budapestről készül a térkép, hanem Szarajevó-ról vagy Bagdadról, s pontossága olyan, hogy a házak is, utcák is láthatóak rajta. Ezután már csak egy nagy képernyő és egy botkormány kell, s mint ha tankban ülnénk, szimulálhatjuk, begyakorolhatjuk azt az ütközetet, amelyet a városok elfoglalása igényel. Bizony, így történt a valóságban is.

### Digitalizálás:

képet vagy más információt valamilyen eszközzel a számítógép számára értelmezhető számformává alakít.

### Morphing:

átváltozás, átváltoztatás; olyan eljárás, amely során egy kiinduló képet egy számítógépes program segítségével egy másik képpé, célképpé alakítunk.



*A digitális világ, vagy e-világ hálózata*

© Courtesy of Lumeta Corporation, 2004

A digitális ábrázolásmódnak sok előnyös tulajdonsága van. Ezek közül az egyik – mondanivalónk szempontjából talán a legfontosabb – az, hogy a digitális kódok nagy pontossággal, hibamentesen továbbíthatók a távközlési hálózatokon (bármiből is legyenek ezek: rézkábel, optikai kábel, rádiófrekvencia vagy műholdas sugárzás). Így jönnek létre azok a számítógépes hálózatok, amelyekben nagy teljesítményű számítógépeken tárolják az adatarchívumokat, lexikonokat, nyilvántartásokat, az emberi kultúra eddigi tudásanyagának digitalizálható részét. Az összekötött számítógépek között nagy sebességgel áramlanak és kerülnek feldolgozásra az információk. A hálózatokhoz (amelyekről bővebben a következő előadásban Máray Tamás kollégám szól) csatlakoznak a személyi számítógépeink, miniatűr perifériáink, protéziseinkben található érzékelőink, amelyeken keresztül a minket érdeklő adatokat elérhetjük, illetve a mi adatainkat a hálózatba és a hálózathoz kapcsolódó más személyekhez továbbíthatjuk.

Ilyen módon jön létre egy „összehálózott” világ, amelyben digitális jelek segítségével érintkeznek egymással emberek, számítógépek, robotok, automaták. E hálózat részei lesznek hagyományos műsorszóró médiumaink, a zenei stúdiók, a rádió, a televízió, a film. De adatforrások leszünk mi magunk is, digitális kameráinkkal, telefonjainkkal stb. Ezt a folyamatot nevezik digitális konvergenciának: összeolvad a számítógép, a távközlés, a média. Belőlük bomlik ki a digitális világ vagy e-világ.

## Életünk a digitális világban

És milyen lesz életünk e digitális világban? Hogyan érzékelhetnénk a digitális világ okozta változások nagyságát? Legjobb lesz, ha sorra veszünk néhány példát a jövőnkben.

**GATT:**

General Agreement on Tariffs and Trade; az ENSZ keretében működő nemzetközi Általános Vámtarifa- és Kereskedelmi Egyezmény.

**Intelligens tárgy:**

olyan, számítógép vezérelte tárgyak, amelyek rugalmasan képesek idomulni a felhasználáshoz, a környezeti változásokhoz, esetleg reagálnak az emberi kommunikációra. Az intelligens anyag ezen belül az anyagtudomány olyan új területére utal, amely az anyag és közvetlen környezete – az élő rendszerekhez hasonló – aktív kapcsolatát igyekszik feltárni és kiaknázni. E tudományág elsődleges célja olyan szintetikus anyagok tervezése, előállítása és tulajdonságainak vizsgálata, amelyek felhasználói szempontból előnyösen reagálnak a környezetből származó hatásokra.



A Petronas-székház

## Autótervezés

Valahol Olaszországban megterveznek egy autócsodát, egy gazdag megrendelő speciális kérései szerint. A terv természetesen digitális: egy halom képletből, számokból áll. A számokat a hálózaton átküldik az Egyesült Államokba, ahol egy nagy teljesítményű számítógép műanyagból „kivágja”, megformázza az autót, s szélcsatorna-kísérleteket végez rajta. Ha az áramlástan mutatók nem megfelelőek, digitálisan módosítják a tervet. A módosított tervet – szintén számformában – elküldik az autógyár japán részlegébe, ahol számítógép vezérelte szerszámgépek legyártják az autót. Vegyük észre, hogy mindeközben, bár az autó országról országra járt, nem volt szállítóeszközön, nem találkozott vámmal. Az atomokból álló autó információvá változott, s mint elektromágneses hullám száguldott végig a hálózaton. Sokkal gyorsabban, olcsóbban, kevésbé sérülékenyen, mint atomi társa. Nem vészett el, nem sérült meg, nem került sokba, nem volt raktárban, azt sem tudja, mi az a GATT.

## Intelligens tárgyak

Malajzia fővárosában, Kuala Lumpurban áll a világ legmagasabb háza, az ikertornyú Petronas-székház. Az épületben tízezernél több (egy kisvárosnyi) ember dolgozik. Számítógép irányítja a lifteket, ellenőrzi ujjlenyomatuk alapján a belépőket, vezérli a szobák árnyékolását, fűtését, adja meg az évszaknak pszichológiailag legjobban megfelelő, változó falszíneket és háttérzajt. Intelligens épület, amely saját logikája alapján „él”, lélegzik. Mint öt év múlva az a slusszkulcs – amelyet majd akkor is mindig elvesztek, de –, amelyik kérdésemre: „Kulcs-Egy, hol vagy?”, emberi hangon válaszol: „Tőled öt méterre, jobbra!”

A sok milliárd emberen kívül intelligens tárgyak milliárdjai népesítik majd be a Földet, amelyek folytonosan kommunikálnak, illetve együttműködnek egymással, velünk. Intelligens autók az intelligens utakon, háztartási gépek, intelligens ruhák, játékok. Átszerveződik tehát az ember és tárgyai, vagy akár az ember és környezete közötti viszony. Kommunikációs szféránkba a tárgyak is bevonulnak.

## Katasztrófaterv

A Tisza áradóban van, de még nem tetőzik. Tarpa, egy kicsiny falu veszélyben van! A dimbes-dombos vidéken vályogházak, műemlék templom, a völgyben iskola. Mi lesz, ha átszakad a gát, vagy netalán szükség esetén átvágják? Menjenek a gyerekek iskolába vagy mentse az állatokat, a műkinceseket? A faluról szerencsére az árvízvédelemnek (már ma is!) digitalizált térképe van, magassági adatokkal együtt. Egy számítógép bonyolult számításokkal, de gyorsan megmutatja az „előntési” képet. Mi történik gátszakadásakor? Mi kerül víz alá? Ki lesz biztonságban? Az ember megértési képessége, bonyolult helyzetekben való viselkedésének lehetőségei nagyságrendekkel javulnak.



## A tudás gyors növekedése

Szép nemzeti értékünk a magyar matematikai iskola. És szerencsénkre más tudományterületeken sem állunk rosszul. Bolyai Jánosnak, valahol ott a végeken, milyen nehéz volt magányosan alkotnia! Ha eredménye volt, levélben megküldte a nagy Gaussnak, aki vagy ráért válaszolni, vagy nem; vagy fontosnak tartotta az eredményt, vagy nem. De még a jobb helyzetben lévő matematikusnak is bonyolult úton-módon kellett publikálnia tanulmányát: gépelés, korrektúra, nyomda, posta, könyvtár; arról nem is beszélve, hogy a publikációra vagy ráakadt valaki, vagy nem. (Így járt szegény Mendel; évtizedekig hevert valahol öröklődéstani alapműve.) És ha rá is lelt valaki, következett a válasz, a viták hosszú folyamata, s bizony évekbe telt egy-egy új tudományos lépés megtétele. Ha ma este a magyar matematikusnak van valami jó intuíciója (lásd a Mozarttal kapcsolatban mondottakat!), e-mailen szétszórja hatvan jó szaktársának, s amíg ő alszik, az Egyesült Államokban, Japánban már gondolkodnak a válaszon, érzékelik a hibákat az okfejtésben, s mire reggel felébred, számítógépén várja a válasz.

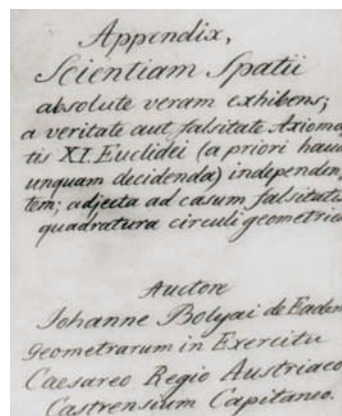
Felgyorsul a világ, naponta jelennek meg új tudományos eredmények. Az utóbbi húsz évben találták fel az emberiség összes találmányának több mint négyötödét. De azt is vegyük észre, hogy olyan emberek, akiket eddig elválasztott a távolság, a digitális hálózatokon keresztül közel kerülhetnek egymáshoz, együtt kutathatnak, cseveghetnek, sőt manapság már együtt zenélhetnek.

## Új orvosi eljárások, új mérettartományok

A szívem már nem a régi! Számítógépes képalkotással három dimenzióban láthatóvá teszik a bajt. Manipulátorok vezérlésével végezhetnek operációt. S az is előfordulhat, hogy az orvos és a műtendő beteg nem egy helyen van. Az orvos itt van Pesten, a beteg, mondjuk, az Antarktiszon. A számítógéphálózat oda is elviszi a „digiteket”, a számokat, amelyek közvetítik az orvosi szándékokat, mozdulatokat. Úgy is mondhatjuk, hogy az ember oda juthat el, ahová méreteinél fogva korábban nem volt esélye: a mikrokozmoszba vagy a makrokozmoszba. Igen, a makrokozmoszba is. A Földről vezéreljük az űrszondát, a Mars-autót, igaz, a Földről vezéreltük az 1986-ban felrobbant amerikai űrsiklót, a Challengert is. Ez ma realitás. Futurológia az az elképzelés, de nem lehetetlenség, hogy a nano-számítógépek korában az érbe juttatott nanoméretű robotok választják le a plakkokat az érfalról, erősítik meg a szívbillentyűt.

## Az intelligens ágens

Ma nyomtatott újság hozza reggelinkhez a várható időjárást. Autóvezetés közben meghallgathatom a körzeti időjárás- és útviszonyjelentést. Este a televízióban szerepjáték formájában láthatom az előrejelzést. Az interneten megtudhatom egy távoli úti cél mikroklímáját. E négy esemény négy kü-



Bolyai János Appendix című művének címlapja

**Bolyai János** (1802–1860): matematikus.



A Vega űrszonda



Mars-autó tervezet/illusztráció

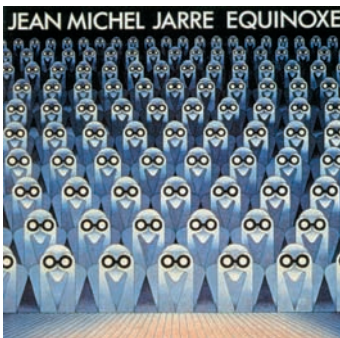


**McLuhan, Herbert Marshall**  
(1911–1980):

a kommunikációfilozófia és különösen a médiafilozófia terén hírnevet szerzett kanadai író, irodalomtörténész; elsősorban a tömegkommunikációval kapcsolatos radikális kijelentéseiről híres. Jelentősebb művei: *Understanding Media: The Extensions of Man* (1964), *A Gutenberg-galaxis* (1962), *A média maga az üzenet* (1967).

**Globális falu** (világfalu):

eredetileg Marshall McLuhan *Understanding Media* című művében szereplő kifejezés. McLuhan elsősorban a televízió társadalmi hatásaira vonatkozóan kifejtette, hogy a médiumok új kollektivitást hoznak létre. A televízió hatására a világ összeszűkül, világfaluvá, globális faluvá (*global village*) válik, hiszen a közvetítések révén az egyén mindenütt és mindenkor jelen lehet, mindenki kapcsolatba léphet mindenkiel. Az írás és a könyv elidegenítő hatása, a magányos olvasás a kollektívum helyett az individuumnak kedvezett; ezt meghaladva jön létre olyan közösség, amelyben a párbeszéd és a csoporttudat dominál.



lönböző módon előadva ugyanarról az adatsorról szól: az időjárás adatairól. De a közvetítés módjától függően újsághír, rádiós hír, televíziós esemény, internetes üzenet válik belőle, a közvetítési mód kötöttségeivel együtt. Azaz az esemény mediális jelenséggé vált. Mindenütt külön kell előállítani, egyik interpretátort szeretem, a másikat nem. Időben kötött vagyok.

Holott ugyanarról az eseményről van szó. A digitális világban az eseményt tárolják majd a hálózaton (tehát csak az időjárás számszerű adatait), s különféle intelligens ágensek továbbítják majd nekem oly módon, ahogyan éppen az adott pillanatban igénylem. Mint ahogy a digitális hírügynökségek adataiból a saját intelligens ágensem fogja kiválogatni, összeállítani a korábban már kiismert ízlésem szerint a napi hírválogatást.

Ahogy **Marshall McLuhan** fogalmazott: nem a média lesz hír (ami tehát megszabja azt, hogy mit és hogyan láthatok), hanem az információ, a tartalom lesz a hír (tehát ami számomra meghatározó). S ez így lesz rendjén!

## Hová jutunk? Az alapvető változások

A digitális világban jó néhány dolog (szinte minden) megváltozik körülöttnk, bennünk. Nemcsak az apró-cseprő körülmények, hanem más struktúrát ölt életünk „tere”. Az alapvető változásokat a következő tényezők eredményezik.

### Kibővülnek képességeink

- › Fejlődik a feladatok megoldásának képessége (lásd például az árvízzel kapcsolatban mondottakat).
- › A kreatitásunk alapelehetőségei megsokszorozódnak. (Hallgassuk meg például Jean Michel Jarre *Equinoxe* című művét: a felvételen a szerző egyedül játszik, mégis nagyzenekari hatást ér el.)
- › Megnőnek az interaktivitás lehetőségei: olyanokkal juthatunk kapcsolatba, akikkel korábban soha.
- › Intelligens protézisekkel tudjuk fokozni érzékelő, mozgató szerveink minőségét, sőt tudjuk pótolni hiányukat.

A történelem egyes korszakait képességeink nagymértékű megváltozásáról szokták elnevezni (kő-, vas-, bronzkor, agrár-, ipari társadalom). Már ennek alapján is joggal mondhatjuk, hogy új korba lépünk, az információs társadalom korába.

A tér (távolság) összeszűkül, kevésbé lesz korlátozó, elválasztó tényező. Láttuk: atomok helyett elektronokat mozgatunk, szállítunk, amivel felgyorsul a helyváltoztatás képessége, vagyis csökken a távolság jelentősége, elválasztó szerepe. Láttuk, hogy mi magunk mindenütt ott lehetünk (akár egyidejűleg): a világűrben, a saját szervezetünkben, az Antarktison.

Egymástól fizikailag távol élőkből, illetve pszichológiailag vagy fizikálisan önmagukba zárt egyénekből közösségek szerveződhetnek, melyekben az egyének kiteljesedhetnek.

A világ egyetlen „faluvá” válik. És mennyire más lehetőségei vannak egy közös érdekű, közös életű falunak, mint a falakkal, határokkal körülvett, ellenséges városoknak vagy országoknak!

## Ez a globális világ

- › Az idő lerövidül, a ritmus felgyorsul.
- › A hír, a tudás azonnal megkapható, a **globális faluban** mindenhová, szinte azonos időben eljut az ismeret.
- › Nincs raktár, mindent most intézünk (**just-in-time!**), nő a hatékonyságunk, nő a szabad időnk mennyisége.
- › Ugyanakkor állandó a készenlét, a határidő szorítása, a rohanás. A kérdés, hogy mekkora az ember, a közösség, a társadalom mentális-fiziológiai túrésküszöbe.
- › Kibővíti a kommunikáció anyaga, közege, szereplői, az érintkezés formái.
- › Változik a társadalmi nyilvánosság.
- › Változnak a szereplők, tömeges méretűvé válik az interakció: mindenki folyamatosan kommunikál, még a tárgyak is.
- › A tartalom lesz az érdekes, nem a közvetítő média. (Részben erről szól majd Nyíri Kristóf előadása.)
- › Megváltozik kultúránk, közéletünk – mindaz, ami személyiségünk történelmi alapját jelenti.
- › Olyan új világban élünk majd, amelyben más metrika érvényes. Ami távol volt, itt közel van. Ami kint volt, bent van, vagy talán azt sem tudjuk, mi a bent és mi a kint, ahogyan Maurits Cornelius Escher *Konvex és konkáv* és *Képtár* című képe érzékelteti.

## Az információs társadalom

De ha megváltoznak az emberi kommunikáció és érintkezés alapidimenziói, akkor megváltozik az erre felépülő felépítmény, a társadalom, az állam is, sőt mi magunk is. Új struktúrák jönnek létre, új intézmények, új létformák.

Új típusú társadalom szerveződik itt, most, ma! Még nem tudjuk milyen, most készítjük. Például itt ezen az estén is, ezzel az új műfajú előadással, amit ma láthatnak önök, láthatnak a másik teremben, Csíkszeredán a televízióban, de egy hónap múlva is végigélvezhetik például Ausztráliában, az interneten. Ezt a ma még nem pontosan kitapintható, ám a **digitális** technológiák **konvergenciája** talaján kibontakozó társadalmat nevezzük információs társadalomnak. Ennek a társadalomnak számos vonását kísérlük meg felfedni a napjainkban folyó kutatások. Mi lesz a sorsuk a demokráciáknak, a globális és lokális viszonyának, a nemzeteknek, a társadalmi-gazdasági esélyegyenlőségnek? Ezeknek a nyitott kérdéseknek a megválaszolására csak vázlatokkal szolgál a gazdag irodalom.

### Just-in-time:

éppen időben; elsősorban a gyártás és a logisztika területén használatos kifejezés, amely az ellátás rugalmasságára, a nyersanyagok és termékek szállításának kifinomult időzítésére vonatkozik.

### Digitális konvergencia:

az informatikai iparág képviselőinek azon törekvését jelenti, amely a különféle audiovizuális, mobil és egyéb eszközök fúziójára irányul.



*Konvex és konkáv. M. C. Escher litográfiája, 1955*



*Képtár. M. C. Escher litográfiája, 1956*





Egy dolgot azonban már tudhatunk. Történelmi tapasztalat, hogy egy ország gazdaságának helyzete (a világ országai között elfoglalt helye, sorrendje) csak nagy változások idején változhat meg jelentősen. Aki a változásokat hamar észleli, gyorsan reagál rájuk, az nagyobb valószínűséggel vív ki előnyös pozíciót a jövőben. Mi, magyarok, eddigi hendikepjeinket előrelátó tervezéssel, összefogott munkával és szerencsével felszámolhatjuk.

Nem véletlen, hogy az Európai Unió prioritásként dolgozta ki a digitális Európa (*eEurope*) vízióját, melynek két fő célja a gazdasági versenyképesség és a társadalmi kohézió erősítése. Ezzel a tervvel áll összhangban a Magyar Információs Társadalom Stratégiája, mely 2003-ban készült el.

## A jövő kockázata

Utunk végére értünk. Gépesítettük gondolkodásunkat (pontosabban annak egy jelentős részét), s ezzel hatalmas lehetőségek, képességek birtokába jutottunk. A technológia adott, a struktúra a társadalmi változáshoz – elvben – készen áll. A kérdés, hogy mivel ruházzuk fel e szerkezetet. Mit szállítunk a hálózaton? Mire használjuk megnövekedett képességeinket? Hálózatunk a szépséget, a tudást szállítják-e, vagy a pornográfiát, a brutalitást? Az egyén kiteljesedését, tájékozottságát szolgálják majd, vagy a nagy szervezetek terrorját? Még egyszer hangsúlyozom: a lehetőség készen áll. A fő kérdés ma nem az eszköz, nem a struktúra, hanem – inkább, mint valaha is – az erkölcs. Erőteljes erkölcsi, szellemi megújulásra van szükségünk: a szédületes iramú képességnövekedéssel lépést kell tartania felelősségünk növekedésének; a felelős, érett személyek döntéseinek.

A megsokszorozódott erőt felhasználhatjuk jóra is, rosszra is; magunkkal kell tehát szembenéznünk. A jövő kockázat – elsősorban miattunk. Óriási lehetőségeket, ugyanakkor óriási veszélyeket is rejt. Amikor azt halljuk, atomtechnológia, géntechnológia, információtechnológia, nanotechnológia, várakozással tekintünk elébük, ugyanakkor félünk is tőlük, mert látjuk a rossz lehetőségeket is.

Csak hogy Neumann János szigorú megállapítása szerint a fejlődés ellen nincs orvosság. Azaz a jövőt vállalni kell kockázatával együtt. Gábor Dénes úgy fogalmazott, hogy ha egyszer nem ismerhetjük előre a jövőt, akkor alkossuk meg! Hasonlónak ahhoz, amelyet szeretnénk. Nem tudhatjuk biztosan, hogy sikerül-e. De nekünk világos útravalónk van: „Mondottam ember, küzdj és bízza bízzál!” Én csatlakozom Madáchhoz!



Zichy Mihály illusztrációja Madách Imre: *Az ember tragédiája* című művéhez, 1880-as évek



## Ajánlott irodalom

- Barabási Albert-László*: Behálózva. Bp.: Magyar Könyvklub, 2003.
- Beniger, James R.*: Az irányítás mint az információs társadalom motorja. *Információs Társadalom*, 2. (2002) 2. sz.
- Castells, Manuel*: The Information Age: Economy. Society and Culture, I–III. Blackwell, 1996.
- Ceruzzi, Paul E.*: A History of Modern Computing. Cambridge–London: MIT Press, 1998.
- Fröschl, K. – Mattl, S. – Werthner, H.*: Symbol verarbeitende Maschinen. Verein Museum, Arbeitswelt, Linz: 1993.
- Goldstine, Herman H.*: A számítógép Pascaltól Neumannig. Bp.: Műszaki Kvk., 1987.
- Green Paper on the Convergence of the Telecommunications, Media and Information Technology Sectors and the Implications for Regulation*. Brussels: European Commission, 1997.
- György Péter*: Memex. Bp.: Magvető, 2002.
- Gyulai József*: Az emberiség útja a nanovilág felé. In: *Mindentudás Egyeteme*. 3. kötet. Bp.: Kossuth K., 2004. 213–230.
- Havass Miklós*: Barangolás az informatika és az etika határán. *Távlatok*, 1997. 3/4. sz.
- Havass Miklós*: Lehetőségeink az információs társadalomban. In: *Demetrovics János – Keviczky László* (szerk.): Az információs társadalom. Stratégiai Kutatások a Magyar Tudományos Akadémián, 2000.
- Havass Miklós*: Paradigmaváltások. *Magyar Tudomány*, 1995. 6. sz.
- Havass Miklós et al.*: Nemzeti Informatikai Stratégia. MTESZ, 1995. In: *Mi a jövő?* Bp.: OMFB–ORTT–HÉA, 1998.
- Ingpen, Robert – Wilkinson, Philip*: Találmányok enciklopédiája. Bp.: Kiskapu Kft., 1996.
- Lovász László*: Mit kívánnak a számítógépek a matematikától és mit adnak neki? In: *Mindentudás Egyeteme*. 2. kötet. Bp.: Kossuth K., 2004. 357–370.
- Máray Tamás*: Hálózatok hálózata: az internet. In: *Mindentudás Egyeteme*. 3. kötet. Bp.: Kossuth K., 2004. 273–294.
- Masuda, Yoneji*: Az információs társadalom. Bp.: OMIKK, 1988.
- McLuhan, Marshall*: A Gutenberg-galaxis. Bp.: Trezor K., 2001.
- Negroponte, Nicholas*: Digitális létezés. Bp.: Typotex, 2002.
- Nyíri Kristóf*: Enciklopédikus tudás a 21. században. In: *Mindentudás Egyeteme*. 3. kötet. Bp.: Kossuth K., 2004. 317–332.
- Penrose, Roger*: A császár új elméje. Bp.: Akadémiai K., 1993.
- Raffai Mária*: Az informatika fél évszázada. Bp.: Springer Hungarica, 1997.
- Talyigás Judit* (szerk.): E-társadalom.hu. Bp.: Peszto K., 2003.
- Zrínyi Miklós*: A 21. század anyagai: az intelligens anyagok. In: *Mindentudás Egyeteme*. 1. kötet. Bp.: Kossuth K., 2003. 255–270.
- Wallace, Patricia*: Az Internet pszichológiája. Bp.: Osiris, 2002.
- Wilber, Ken*: A Működő Szellem rövid története. Bp.: Európa, 2003.
- A Magyar Információs Társadalom Stratégiája (MITS), IHM, 2003: [www.ittkb.hu](http://www.ittkb.hu).

