

gül pedig CD minőségű sztereóhangzással, amint azt Önök is könnyedén ki tudják számolni, körülbelül 30 MHz csatornakapacitást foglal el. Más szóval: ez az egyetlen adó az URH és a VHF biztosította feltételek mellett is eldugítaná vételi körzetének teljes frekvenciaspektrumát. Mivel azonban az olyan japán cégek, mint a Sony, nem annak a kelet-ázsiai jóléti térségnek a közvetlen folytatói, amelyet a császárság a második világháborúban épített fel, demokratikus kegyet gyakorolnak. A HDTV-jelet adás előtt olyan matematikai eljárással tömörítik, amely éppen a MUSE²⁸⁵ nevet kapta. Kérem, ne a költészet, a zene, a történelem és általában a hagyományos művészetek görög múzsáira gondoljanak, hanem Nyquist és Shannon, az AT&T két mérnökének letapogatási tételére. A MUSE betűszó azt jelenti, Multiple Sub-Nyquist Encoding,²⁸⁶ ami a csatorna sáv szélességét matematikai trükkök alkalmazásával 30 MHz-ről az elviselhető 7 MHz-re szűkíti. A Sony múzsája tehát a HDTV-műsorok számára is lehetővé teszi, hogy továbbra is hagyományos rádióadók sugározzák őket, anélkül, hogy térségenként csupán egyetlen adó lenne megengedett. Ha nem volna egy ilyen csúcstechnológiát képviselő múzsánk, csak a drótnélkülről a vezetékes átvitelre való szintén lehetséges visszatérés maradna, ami egykor a távirásra volt jellemző, ám időközben előrelépést tett a lényegesen magasabb frekvenciájú üvegszál felé. Az üvegszál kábel köztudottan lézertény-alapon működik, amely egy elképzelhetetlenül vékony tükröcsőben a jelforrástól a jelnyelőig elképzelhetetlenül sokszor visszaverődik; ez tehát az elektromosság és az elektromos áram a vezetők által lényegesen visszafogott sebességének első és valószínűleg súlyos következményekkel járó meghaladása. Az üvegszál kábel, más megfogalmazásban, épp azért viseli el a HDTV óriási frekvenciasávját, mert az optikai jeleket a médiatörténet során először továbbítják optikai és nem elektromos jelekként. Ez a szenzációs tautológia viszont, miszerint a fény válik a fény átviteli médiumává, nem zárja ki, hanem inkább magába foglalja, hogy ugyanaz a fénysebesség az összes többi jel javára is válik. A televíziós jeleken kívül az üvegszál kábel elektronikus úton átalakított hangok, szövegek vagy számítástechnikai adatok szállítására is képes, ezzel pedig azzá az általános médiummá léphet elő, amiként Hegel ünnepelte a fényt.

4. SZÁMÍTÓGÉP

Az ilyen fejlesztések azonban, amelyek tervezése ISDN (azaz tetszőleges információ típusok átvitelére alkalmas integrált üvegszál hálózat) néven már régen megkezdődött, a médiumok jelenlegi rendszerében nem csak az átvitelt, hanem magát a feldolgozást is megváltoztatják. A televízió a HDTV és az ISDN bevezetése révén nemcsak a régimódi filmmel esik egybe, hanem – illetve elsősorban – minden médiumok médiumával is, tehát a számítógépes rendszerekkel. Már az olyan adattömörítő technikánál, mint a MUSE is világos, hogy már egyáltalán semmi köze sincs az eredendően optikai eljárásokhoz, tehát (régimódi, festészeti szóhasználatlal élve) a rajzoláshoz, a színhez és a karcoláshoz. A MUSE inkább azt jelenti, hogy optikai jelekre olyan számítási szabályokat és algoritmusokat alkalmazunk, amelyeket ugyanúgy használhatunk az akusztikában és a kriptográfiában is, mert egyrészt teljesen közömbösek a mediális tartalmak és az érzékekhez rendelhető mezők iránt, másodsor pedig mind abban az univerzális és diszkrét gépben futnak, amelynek Alan Mathison Turing tekintette 1936-os találmányát, a számítógépet. 1943 után a számítógépre legelőször is az a háborúra nézve valóban döntő jelentőségű feladat hárult, hogy feltörje a német hadsereg teljes, kódolt URH-adását. Azóta, tehát amióta a *Pax Americana* minden csúcstechnológia világra szóló alapja lett, a számítógép azt a feladatot vette át, hogy a tudást lecsatolja erről a bolygóról és annak népességéről, azaz bolygóközi átvitelre is alkalmassá tegye. Az optikai médiumokról tartott előadásom végén éppen ezért kell a látható optikának eltűnnie az áramkör fekete lyukában.

A számítógépes technológia először is azt jelenti, hogy komolyan vesszük a digitális technikát mint olyat. Amik a filmnél csupán a képek közötti vágások, a televíziónál pedig a Nipkow-tárcsa vagy a lyukmaszkos képernyő, azok a digitális jelfeldolgozásban első és utolsó adottságok. Ezzel pedig elhalványul a különböző médiumok, illet-

ve az érzékekhez rendelhető mezők közti összes különbség: mind-egy, hogy a digitális számítógépek képeket vagy hangokat küldenek-e kifelé, tehát az úgynevezett ember-gép-interfész felé, vagy sem, belül csak bitek végtelen sorozataival dolgoznak, amelyeket elektromos feszültségek reprezentálnak. Ugyan minden egyes hangot és minden egyes képpontot számtalan elemből kell felépíteni, de ha ezeknek a biteknek a feldolgozása – amint azt John von Neumann, az amerikai matematikus²⁸⁷ első atombombájára vonatkozólag felismerte – elég gyorsan fut, akkor minden megtehető, ami egyáltalán összekapcsolható. A jelenlegi szint másodpercenként tíz és hetven millió bitművelet között van, a közeljövő optikai áramköreinél ez valószínűleg néhány millióval növelhetővé válik. Méliès *Charcuterie mécanique*-ja a képek közti másodpercenkénti vágásokkal és a percenkénti sertés-hússzeletekkel mindenesetre leköszönhet. Hiszen egy audiovizuális adatokat feldolgozó és szolgáltató számítógép úgy működik, mint egy vágó, aki alatta marad nem csak az észleléshez szükséges időnek (mint minden analóg médium), hanem az úgynevezett gondolkodáshoz szükséges időnek is. Éppen ezért nyitva áll számára a lehetőség az adatokkal való bármilyen manipulációra.

A televízió a filmtől eltérően már nem optika volt. Egy filmtekercset napfény felé tarthatunk, és megnézhetjük, hogy mi látható az egyes képeken. A televíziós jeleket ugyan elfoghatjuk, de már nem láthatjuk azokat, mert csak elektronikus jelként léteznek. Csak az átviteli láncolat elején és végén, a stúdióban és a képernyőn legeltethetjük szemünket. Végül is a digitális képfeldolgozás azt jelenti, hogy az imagináriusnak még ezeket az utolsó maradványait is eltöröljük.

Ennek oka egyszerű: a számítógépet, abban a formában, ahogy a második világháború óta létezik, egyáltalán nem képfeldolgozásra méretezték. Kialakulásának történetét inkább – Vilém Flusser gondolata nyomán²⁸⁸ – éppen hogy minden dimenzió megszüntetésé-ként foghatjuk fel. Az első szimbolikus aktus Flusser modelljében az volt, amivel az emberi lét valamikor a történelem előtti időkben kezdetét vette, hogy a négydimenziós tér-idő-kontinuumból kivettek egy háromdimenziós jelet, amely a kontinuumot jelölte, viszont – éppen a dimenziók csökkenése miatt – manipulálható volt. Gondoljunk az obeliszkekre, a síremlékekre vagy a piramisokra. A második lépés következőképp abban állt, hogy magát a háromdimenziós jelet je-

lölték egy kétdimenzióssal, a sírt például egy pietával, ami a manipulálás lehetőségét megintcsak növelte. A harmadik lépés a két dimenzió helyettesítése vagy jelölése volt a szövegek és nyomtatott termékek állítólagos egydimenzionalitásával, amit McLuhan médiaelmélete is állít, annak ellenére, hogy a könyvek oldalait a 11. század óta felületekként tagolták – ez azonban megérne egy külön előadást.

E redukciókban mindvégig az volt a közös, hogy az $n-1$ dimenziós jel az n -dimenziós jelöltet egyben elfedte, elrejtette és torzította. Ezért vitatták a görög filozófusok a hús-vér istenek létét, ezért harcoltak a képprombólók vagy reformátorok az egyházi képek ellen, végül pedig, az újkorban ezért robbant ki a technika és a természettudományok harca a valóság textuális fogalma ellen. Ebben az utolsó háborúban, így Flusser, az egydimenziós szövegeket nulldimenziós számok vagy bitek váltották le – azzal a csattanóval, hogy a nulladik dimenzió az elfedés semmiféle veszélyével nem jár.

Innen nézve a számítógép a dimenziók nullára való csökkentésének véghezvitele. Ezért állt az „input” és az „output” az 1943 utáni első tíz évben pusztán számoszlopokból. Csak az olyan operációs rendszerek, mint a UNIX vezették be a hatvanas években az egydimenziós parancssort, melyet a hetvenes években először az Apple Macintoshnál váltottak fel grafikus vagy kétdimenziós felhasználói felülettel. A dimenziószám növekedésének oka egyáltalán nem a vizuális realizmus keresésében rejlett, hanem abban a feladatban, hogy a Turing-gépek maradéktalan programozhatóságát legalább részben hozzáférhetővé tegyék a felhasználók számára, ami az elképzelhetetlenül sokféle programozási lehetőség miatt a lehető legtöbb dimenziót követeli meg.

A háromdimenziós, vagy, ha az időt paraméterként hozzáveszünk, akár négydimenziós felhasználói felületeket, ahogy az manapság a „virtual reality” címszava alatt történik, magától értetődően a kezelési lehetőségek kitágításának is tekinthetjük. Am a virtuális valóságok, amelyekbe legalább távolról érzékelő szemünkkel és fülünkkel, egyszer pedig bizonyára mind az öt érzékünkkel szó szerint elmerülhetünk, történetileg egyáltalán nem a számítógépek fejlődésének immanenciájából, hanem a filmből és a televízióból származnak.

Egy Fred Waller nevű amerikai már a harmincas években megállapította, hogy a hagyományos filmformátumok egyáltalán nem

töltik ki mindkét szem látómezőjét. Elsősorban repülőgép-szimulátorok számára, tehát katonai célból fejlesztette ki a cineramát, amely három, de akár öt egymás mellé állított kamerát vagy vetítógépet egyesített, következésképp a néző elmerülhetett a látóterét körbefogó, félkör alakú filmképben. Az ötvenes években aztán Morton L. Heilig a cineramából kiindulva Waller vetítőit közvetlenül a szemek előtt elhelyezett tévékamerákkal helyettesítette, s ezzel egyben a moziteremben helyet foglaló tömegfogyasztót is egy jobbára magányos cybernautára cserélte. Megszületett a virtuális valóság mint az érzékek – elsősorban a gyakorló bombázópilóták érzékeinek – bombázása.²⁸⁹

Nem szabad azonban hagynunk, hogy a vizuális realizmus utáni hajtóvadászat becsapjon bennünket a számítástechnika alapjait illetően. A heiligi és a mai virtuális valóságok között az az alapvető különbség, hogy amíg még a cinerama is egyszerűen csak lefilmezte a New York-i Broadwayt, addig a számítógépeknek, épp azért, mert kezdettől fogva nulldimenziósok és így képnélküliek, minden optikai és akusztikai adatot saját erőből kell kiszámítaniuk. A képek, amelyeket számítógép-képernyőkön láthatunk – amelyekből már ma is majdnem annyi van, mint televíziókészülékből – éppen ezért nem létező dolgokat, felületeket vagy tereket képeznek le. Matematikai egyenletrendszerek alkalmazásával kerülnek arra a felületre, amely a monitor. Szemben a televízióképpel, amely a Nipkow-tárcsa óta bizonyos mértékig folyamatos sorokból, ám diszkrét oszlopokból áll, ez a felület eleve különálló pontokból vagy pixelekből felépülő négyzetes mátrixot képez, azaz vízszintesen is teljesen diszkrét szabályozás alá esik. A SuperVGA, a jelenleg uralkodó monitorszabvány esetében a számítógép nevű villámgyors vágónak ennélfogva alkalma nyílik arra, hogy a képfeldolgozó algoritmusok kénye-kedve szerint rendelkezzen 640×480 pixel és 256 szín fölött. Hogy eközben a képernyőnek valós vagy komplex számok tömegét kell ábrázolnia, matematikai szempontból csak megállapodás kérdése. A számítógép mindenesetre nem csupán egy jobb fajta írógépként működik, melyet titkárnók számára gyártottak, hogy lecserélhessék régimódi típusaikat, hanem az egyenletrendszerek és az érzéki észlelés – hogy azt ne mondjam, természet – közötti általános metszéspontként. 1980-ban Benoît Mandelbrot hozzálátott, hogy egy komplex változó igazán elemi egyenletét pontról pontra érté-

kelje ki a számítógép képernyőjén. Magát az egyenletet 1917 óta ismerték, csak hogy a papírral és ceruzával dolgozó matematikusoknak legjobb esetben is több millió munkanapjába tellett volna, hogy kiszámolják. És láss csodát, a számítógépen – és először rajta – lehetségessé váló színminták nem véletlenül kaptak időközben olyan elhíresült neveket, mint almaemberkék, Cantor-felhő vagy vízilóterület. Hiszen olyan természetet állítottak elő, amelyet azelőtt egyetlen emberi szem sem ismert fel rendként: a felhők és a tenger hullámainak rendjét, a szivacsokét és a partvonalakét. A digitális képfeldolgozás tehát, épp azért, mert a hagyományos művészetekkel szemben egyáltalán nem kíván leképezés lenni, egybeesik a valósággal. A szilíciumchipekben – melyek ugyanabból az elemből állnak, mint az út mellett heverő kavics – a szimbolikus struktúrák a valós kódolásaiként számolják ki és képezik le magukat.

Az egyrészt feldolgozásra és tárolásra szolgáló szilíciumchipekből, másrészt átvitelre szolgáló aranydrótokból és rézpályákból álló mai rendszerről az üvegszálás vezetékekből és optikai kapcsolásokból álló optikai rendszerekre történő átállás éppen ezért nemcsak a digitális képek kiszámításának gyorsaságát fogja növelni, hanem hatványozza majd a természet önmagára való hasonlításának Mandelbrot által felfedezett matematikai struktúráját. Így például minden üveg, amikor a beeső fényt az interferencia és a moaré Fresnel óta ismert hatásaival megtöri, kezdettől fogva, vagy természetéből fakadóan, matematikai elemzés, amely a sorozatban gyártott Neumann-féle számítógépeken csak nagyon időigényesen futhatott le. Felmerül a kérdés, hogy miért kell ezt a fényt fáradságot nem kímélve lefordítani elektronikus információkra, ezeket aztán sorozatban vagy egymásután feldolgozni, amíg el nem fogynak, ha ugyanaz a fény már magától, mindenekelőtt azonban a maga egyidejűségében, számolni képes? Az optikai médiumok és a róluk szóló előadás végén előrejelzésként egy olyan rendszernek kellene állnia, amely a fényt nem csupán fényként viszi át, hanem fényként tárolja és ekként is dolgozza fel. Eközben a fény, tetteinek és szenvedéseinek végső, drámai sorsfordulójával megszűnik folyamatos elektromágneses hullám lenni. Inkább, Newton után szabadon, kettős természete szerint ismét részecskeként kezd működni, hogy pont ugyanolyan univerzálissá, pont ugyanolyan diszkrétté, tehát pont ugyanolyan manipulálhatóvá váljon, mint a mai elektronikus

számítógépek. Az ilyen manipulálhatóságok optimuma a bolygóközi tér majdnem teljes vákuumában matematikailag már megdöntetlenül bizonyított. Ebben az optimális esetben minden egyes bit információ megfelel egy-egy fénypixelnek, amely viszont már nem számtalan foszforeszkáló molekulából áll, mint a televízió-képernyőkön vagy számítógép-monitorokon, hanem egyetlen fénykvantumból vagy fotonból. Ennek alapján pedig az információ maximális, azaz fizikai úton nem túlszárnyalható átviteli rátája egy egyszerű egyenletnek engedelmeskedik: $c = 3,7007 \cdot \text{négyzetgyök}(P/h)$. Szavakkal: a fény mint információ és az információ mint fény maximális átviteli rátája egyenlő a fotonenergia és a Planck-féle hatáskvantum hányadosának gyökével, amelyet meg kell szorozni egy empirikus együtthatóval.

Az egyenletek azért vannak, hogy elképzelhetetlenek legyenek, tehát hogy egész egyszerűen kicsúszszanak az optikai médiumok és a róluk tartott előadások markából. Éppen ezért engedjék meg nekem, hogy ezt lezárásképp illusztráljam. Úgy képzeljék el a vákuumban egyedüli fotonot, mint az esti – üres és határtalan – égbolton látható első és egyetlen csillagot. Úgy gondolják el ennek az egyetlen információnak a másodperc töredékéig tartó feltűnését, mintha ez lenne az egyetlen információ, amely számítana. Most pedig hallgassák, mit mond Pynchon nagy háborús regényében a pneemüdei rakétatámaszpont öreg tisztje annak a fiatalembernek, akit az imént úgy küldött az első úrutazásra, amelyről az soha többé nem tér vissza:

„Az este peremén ... emberek hosszú sora, akik az első csillagot látva, kívánnak valamit. ... Mindig emlékezz azokra a férfiakra és aszszonyokra, ezernyi mérföld szárazföldön és tengeren át. Az árnyék igaz pillanata az a pillanat, amikor meglátod a fénypontot az égen. Azt az egyetlen pontot és azt az árnyékot, ami az imént vont téged sugarába...

Örökké emlékezz erre.”²⁹⁰

Ennyit a tetszőleges, nevezetesen digitális adatok algoritmusairól a képek terén. Azokról az algoritmusokról, és csak azokról, tudtam beszélni Önöknek, amelyek kinyomtatására az amerikai National Security Agency,²⁹¹ az NSA, időközben áldását adta. Valószínűleg lé-

teznek ennél sokkal hatékonyabb algoritmusok is, amelyeket azonban a vezérkarok és a titkosszolgálatok szigorúan titkosítottak. Ne higgyük, hogy 1989. november 9. után véget ért minden háború. A Kelet, ez biztos, vereséget szenvedett – a fogyasztók szintjén a propagandatévé, a termelésén pedig a számítógépek exportjára vonatkozó tilalmak által; csakhogy bolygónk déli térségeiben megmaradt az információ kontra energia, illetve algoritmusok kontra nyersanyagok legalább két évszázados problémája.

Az algoritmusok és nyersanyagok között folyó világháborúban majdhogynem feledésbe merül az algoritmusok és ábécék, a számok és betűk között zajló kétezer éves háború. Ezért végezetül Önökhöz fordulok: tizennégy alkalommal, az optikai médiumokról szóló tizennégy előadáson keresztül legyőztem minden kísértést, hogy saját számítógépes grafikai programokat írjak (bármit jelentsen is a „saját” szó az algoritmusok esetében). Ehelyett a Word 5.0 nevű szövegszerkesztő-program jármában elkészült egy csomó unalmas előadás kézírata. Amíg Európa egyetemei nem szerelnek fel minden előadótermet és diáktanyát adatátvitelre alkalmas nagyteljesítményű vezetékkel, nem marad más választásom. A csúcstechnika árnyékában viszont ez az egész előadás időpazarlás volt. Csak az a remény vigasztal, hogy az Önök generációja még le tud fektetni magas frekvenciájú üvegszál kábeleket, és fel tudja törni a titkos világháborús algoritmusokat. Nekem már csak az a dolgom, hogy köszönetet mondjak ódivatúan nyitott füleiknek, és az előadást egy olyan dallal zárjam, amely 25 éve ugyanilyen ódivatú módon, mégis belemászott az én generációm fülébe, melyet köztudottan senki és semmi nem képes becsukni.

Leonard Cohen

A Bunch Of Lonesome Heros

I sing this for the army,
I sing this for your children
And for all who do not need me.²⁹²

számítógépek. Az ilyen manipulálhatóságok optimuma a bolygóközi tér majdnem teljes vákuumában matematikailag már megdöntetlenül bizonyított. Ebben az optimális esetben minden egyes bit információ megfelel egy-egy fénypixelnek, amely viszont már nem számtalan foszforeszkáló molekulából áll, mint a televízió-képernyőkön vagy számítógép-monitorokon, hanem egyetlen fénykvantumból vagy fotonból. Ennek alapján pedig az információ maximális, azaz fizikai úton nem túlszárnyalható átviteli rátája egy egyszerű egyenletnek engedelmessékedik: $c = 3,7007 \cdot \text{négyzetgyök}(P/h)$. Szavakkal: a fény mint információ és az információ mint fény maximális átviteli rátája egyenlő a fotonenergia és a Planck-féle hatáskvantum hányadosának gyökével, amelyet meg kell szorozni egy empirikus együtthatóval.

Az egyenletek azért vannak, hogy elképzelhetetlenek legyenek, tehát hogy egész egyszerűen kicsúszszanak az optikai médiumok és a róluk tartott előadások markából. Éppen ezért engedjék meg nekem, hogy ezt lezárásképp illusztráljam. Úgy képzeljék el a vákuumban egyedüli fotont, mint az esti – üres és határtalan – égbolton látható első és egyetlen csillagot. Úgy gondolják el ennek az egyetlen információnak a másodperc töredékéig tartó feltűnését, mintha ez lenne az egyetlen információ, amely számítana. Most pedig hallgassák, mit mond Pynchon nagy háborús regényében a pneemüdei rakétatámaszpont öreg tisztje annak a fiatalembernek, akit az imént úgy küldött az első űrutazásra, amelyről az soha többé nem tér vissza:

„Az este peremén ... emberek hosszú sora, akik az első csillagot látva, kívánnak valamit. ... Mindig emlékezz azokra a férfiakra és asszonyokra, ezernyi mérföld szárazföldön és tengeren át. Az árnyék igaz pillanata az a pillanat, amikor meglátod a fénypontot az égen. Azt az egyetlen pontot és azt az árnyékot, ami az imént vont téged sugarába...

Örökké emlékezz erre.²⁹⁰

Ennyit a tetszőleges, nevezetesen digitális adatok algoritmusairól a képek terén. Azokról az algoritmusokról, és csak azokról, tudtam beszélni Önöknek, amelyek kinyomtatására az amerikai National Security Agency,²⁹¹ az NSA, időközben áldását adta. Valószínűleg lé-

teznek ennél sokkal hatékonyabb algoritmusok is, amelyeket azonban a vezérkarok és a titkosszolgálatok szigorúan titkosítottak. Ne higgyük, hogy 1989. november 9. után véget ért minden háború. A Kelet, ez biztos, vereséget szenvedett – a fogyasztók szintjén a propagandatévét, a termelésén pedig a számítógépek exportjára vonatkozó tilalmak által; csak hogy bolygónk déli térségeiben megmaradt az információ kontra energia, illetve algoritmusok kontra nyersanyagok legalább két évszázados problémája.

Az algoritmusok és nyersanyagok között folyó világháborúban majdhogynem feledésbe merül az algoritmusok és ábécék, a számok és betűk között zajló kétezer éves háború. Ezért végezetül Önökhöz fordulok: tizennégy alkalommal, az optikai médiumokról szóló tizennégy előadáson keresztül legyőztem minden kísértést, hogy saját számítógépes grafikai programokat írjak (bármit jelentsen is a „saját” szó az algoritmusok esetében). Ehelyett a Word 5.0 nevű szövegszerkesztő-program jármában elkészült egy csomó unalmas előadás kézírata. Amíg Európa egyetemei nem szerelnek fel minden előadótermet és diáktanyát adatátvitelre alkalmas nagyteljesítményű vezetékkel, nem marad más választásom. A csúcstechnika árnyékában viszont ez az egész előadás időpazarlás volt. Csak az a remény vigasztal, hogy az Önök generációja még le tud fektetni magas frekvenciájú üvegszál kábeleket, és fel tudja törni a titkos világháborús algoritmusokat. Nekem már csak az a dolgom, hogy köszönetet mondjak ódivatúan nyitott füleiknek, és az előadást egy olyan dallal zárjam, amely 25 éve ugyanilyen ódivatú módon, mégis belemászott az én generációm fülébe, melyet köztudottan senki és semmi nem képes becsukni.

Leonard Cohen

A Bunch Of Lonesome Heros

I sing this for the army,
I sing this for your children
And for all who do not need me.²⁹²