



Hogyan bulizzunk úgy, mintha még 1999 lenne? Emuláció mindenkinek

Bevezetés

A régi médiafájlok és programok modern számítógépeken való megjelenítéséről, futtatásáról már sokan és sokat írtak, de még mindig nagyon kevés példa van arra, hogy közgyűjtemények emulációval hozzáférhetővé tettek volna technológiailag elavult digitális anyagokat a kutatók vagy a nagyközönség számára. Ebben a cikkben négy szerző négy olyan esetet mutat be, melyekből hasznos tanulságokat vonhatnak le más intézmények szakemberei is, akik a hagyatékokban talált digitális adathordozók tartalmát szeretnék újraéleszteni.

Floppy lemezeket és CD-ket egy ezek olvasására képes eszközzel és egy lemezképfájl írására alkalmas szoftverrel lehet átmenteni más adattárolókra. Ezt az *image* (pl. *.iso* vagy *.img* végződésű) állományt azután egy virtuális lemezmeghajtón, vagyis egy szimulált *drive-on* keresztül látják a mai operációs rendszerek. A „digitális nyomozók” munkája azonban sokszor még csak ekkor kezdődik. Ha ugyanis rákattintunk egy kellően régi fájl nevére a lemásolt lemezen, akkor nagy valószínűséggel valamilyen kompatibilitási hibába ütközünk, sőt rosszabb esetben az operációs rendszerünknek fogalma sincs, hogy mit kezdjen vele.

A szakemberek az emulációt vagy a migrációt javasolják ilyenkor, vagyis vagy utánozni kell azt a korábbi számítógépes környezetet, amelyben az adott fájl született, vagy át kell konvertálni annak tartalmát egy ma is értelmezhető formátumra. Ez a két módszer sokáig mint egymással versenyző – bár nagyrészt még csak elméleti – lehetőség szerepelt a hosszú távú megőréssel foglalkozó szakirodalomban, és inkább a migrációt tartották működőképes stratégiának. Egészen a 2010-es évekig nem volt széles körben ismertté vált példa digitálisan született művek emulációval megoldott szolgáltatására. Az első nagyobb publicitást kapott eset az *Emory University* kézirat- és levéltárához

fűződik, ahol *Salman Rushdie* író személyes iratanyagát gondozzák, köztük számítógépes fájlkat is. Azóta már néhány további sikeres történetről is megjelentek beszámolók, de azt is meg kell jegyezni, hogy ezekhez a sikerekhez jól képzett archiváló és informatikai szakemberekből álló munkacsoportok hosszú és fáradtságos munkájára volt szükség.

Mivel egyre több helyen egyre nagyobb és sürgetőbb feladat a *born-digital* anyagok kezelése, a megőréssel foglalkozó intézmények most már komolyan elkezdtek foglalkozni az emuláció kérdésével, vagyis hogy hogyan is lehetne komplex médiaállományokat (pl. számítógépes műalkotásokat, videojátékokat, interaktív oktatóanyagokat) megjeleníteni a mostani digitális eszközökkel. Az alábbiakban négy ilyen eset ismerhetünk meg.

Esettanulmányok

2012-ben, amikor a *Cornell University* könyvtára pályázatot írt ki egy, a digitális műalkotások megőrzésére és hozzáférhetővé tételére alkalmas keretrendszer (angol rövidítéssel: PAFDAO) megtervezésére, akkor az emulációt kizárták a szóba jöhető megoldások közül. Egy évvel később azonban – a *Rhizome* nevű, kortárs digitális művészetet foglalkozó szervezet sikeres Macintosh emulációs kísérleteinek hatására – a PAFDAO tanácsadó testülete már maga javasolta a projekten dolgozó munkatársnak, hogy fontolja meg ezt az alternatívát is és fordítson le egy emulátort a forráskódból.

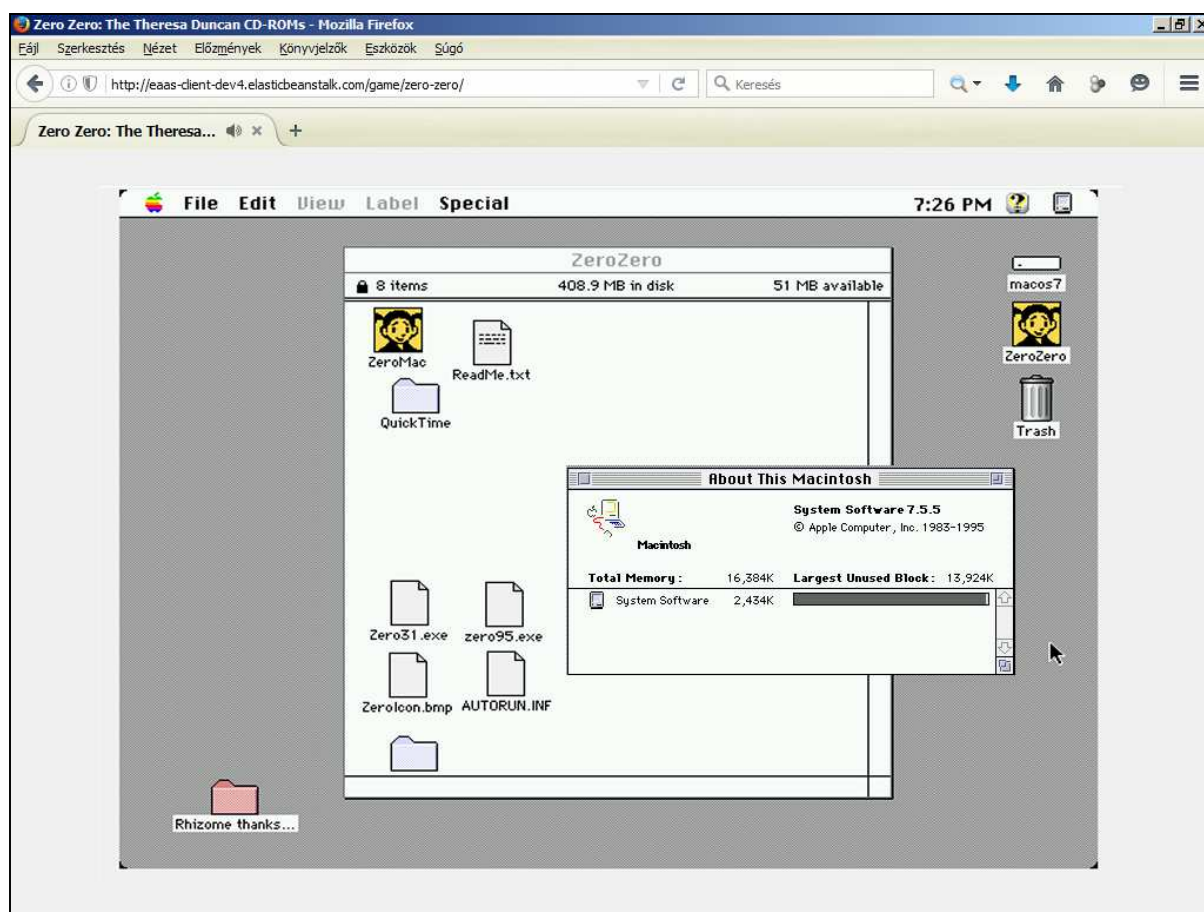
A *New York Public Library* 2011-ben kapta meg a tudatmódosító szerekekkel kapcsolatos munkássága miatt elhíresült pszichológus, filozófus és író, *Timothy Leary* hagyatékát, köztük több mint 350 adathordozót. Amikor ezeket is átnézték, kiderült, hogy kb. 50 floppy lemezen fejlesztési stádiumban

levő számítógépes játékok vannak, melyeken Leary is dolgozott a nyolcvanas és kilencvenes években. A fájlok azonosításához a Forensic Toolkit rendszert is kipróbálták, amit törvényszéki szakértők használnak adattárolók tartalmának felderítéséhez. De még ez sem boldogult egyes Amiga és Apple lemezek fájlrendszerével és a programokat pedig egyáltalán nem tudta futtatni. Végül is három ember több havi munkája és háromféle emulátor beüzemelése kellett ahhoz, hogy megnézhetők legyenek a játékok és a hozzájuk készült grafikák.

2015 őszén a *New York University* digitális anyagok gondozásával foglalkozó munkatársát azzal bízták meg, hogy vizsgálja meg a 2007-ben rejtélyes körülmények közt meghalt festő és digitális képzőművész, *Jeremy Blake* 1990-es évekből származó számítógépes hagyatékát. A feladatkiírás csak a lehetséges megoldások felvázolására terjedt ki, de a munkatárs, felbátorodva más intézmények eredményes próbálkozásain, egy digitális objektumok archiválásával foglalkozó kollégá-

val együtt mintegy másfél hónap alatt beüzemelt egy emulációs rendszert, amely már alkalmas volt a Blake által alkotott művek megjelenítésére.

2015-ös sikersztori a már említett Rhizome-féle online emuláció is. A német bwFLA (Baden-Württemberg Functional Long-Term Archiving and Access) projekttel együttműködve sikerült az egész világ számára egy felhőalapú megoldással elérhetővé tenniük Blake élettársának, a szintén feltehetően öngyilkosságot elkövetett *Theresa Duncannak* három művészi videojátékát. A kilencvenes évek második felében CD-ROM-on megjelent alkotások távoli Google szervereken emulált virtuális Macintosh gépeken futnak és bármely weboldalba beágyazhatók (1. és 2. ábra). Ezzel az „Emulation as a Service” (EaaS) megoldással jól kezelhető a változó erőforrásigény. Amikor a közösségi médiában elterjedt a játékok elérhetőségének híre, a Rhizome 750 virtuális gépet igényelt a hatalmas érdeklődés miatt. Ennek lecsengése után 16-ra, majd jelenleg 4-re csökkentették a szükséges CPU-k számát.



1. ábra 1995-ös Macintosh System 7.5.5 webböngészővel elérhető online emulációja



2. ábra Theresa Duncan 1997-es CD-ROM alkotása a felhőben futó Mac emulátorban

Emuláció lépésről lépésre

Bár nincsenek egyszerű és minden helyzetre alkalmas megoldások, de néhány általános tanács és ügyes trükk már leszűrhető az eddigi próbálkozásokból, amelyek hasznosak lehetnek, ha idejétmúlt számítógépes állományokba szeretnénk életet lehelni.

Az első lépés annak kiderítése, hogy milyen környezetben született az adott digitális állomány. A fájlok ugyanis nem önmagukban álló dolgok, hanem hardver- és szoftverfüggőségek bonyolult hálózata tartozik hozzájuk. Minél többet sikerül kideríteni a szükséges rendszerkövetelményekből, annál könnyebb kiválasztani a megfelelő emulációs megoldást. Szerencsés esetben az adathordozón – mint például a PAFDAO-projektben a tesztelésre használt közel száz CD-ROM tokján – annak idején részletesen feltüntették, hogy mi szükséges a használathoz. Ha nincsenek ilyen adatok, akkor például a fájlok dátuma lehet az egyik támpont a

korabeli operációs rendszer beazonosításához. (A Wikipédiában van erre egy kiváló összeállítás „Timeline of operating systems” címmel.) Az adathordozón levő fájlrendszer típusa is segít a nyomozásban. Linuxra létezik egy levéltárosoknak és könyvtárosoknak fejlesztett, BitCurator nevű, nyílt forrású szoftvercsomag, melynek *disktype* parancsával beazonosítható egy lemezkep fájlrendszere (pl. a HFS és HFS+ típus Apple, az NTFS pedig Microsoft rendszert jelent). Hasonló célra használhatók még az FTK Imager vagy az IsoBuster digitális nyomrögzítő és -felderítő segédprogramok is. Timothy Leary mágneslemezeinek feltérképezéséhez még egy Kryoflux nevű eszközt is bevetettek, amely a mágneses fluxus változásait mérve próbálgatással deríti fel a lemez szektorainak formátumát.

Ha nem egy teljes adathordozóról készült lemezképpel, hanem egyedi fájlokkal van dolgunk, akkor például a Unix/Linux rendszerek *file* parancsa nagyon hasznos tud lenni, mert nemcsak azok típusát, hanem egyéb jellemzőiket is kilistázza (képek

nél például a méret- és színinformációkat). Ha mondjuk egy futtatható állományról ezt állapítja meg: „MS-DOS executable, NE for MS Windows 3.x.”, akkor ebből egyértelmű, hogy PC-s környezetet és egy korai Windowst kell szimulálni a használatához. De sima adatfájlokról is sok minden kiderülhet. Például ha az azonosítás eredménye: „Rich Text Format data, version 1, Apple Macintosh”, akkor ez egy olyan szöveges dokumentum, amely egy régi Macintosh gépen íródott. Hasonló célra alkalmas a brit *Nemzeti Levéltár* által kifejlesztett szabad szoftver is, a DROID (Digital Record Object Identification).

Sajnos nem mindig elégséges az ezekkel a programokkal kinyerhető információ, ezért néha bonyolultabb megoldásokhoz kell fordulni. A Jeremy Blake-hagyatékban talált képek esetében csak úgy lehetett megállapítani a készítésükhöz használt Adobe Photoshop pontos verziószámát, hogy a bináris fájlokat egy hexadecimális editorral megnézve megkeresték bennük azokat a „varázsszámokat”, vagyis bájtokat, amelyek a Photoshop egyes változataira jellemzők voltak.

Ha sikerült meghatározni a szükséges számítógépes környezetet, a következő lépés az emulátor kiválasztása. (A választásban szintén a Wikipédia egyik szócikke, a „List of computer system emulators” segít.) A cikk szerzői ezeket az emulátorokat használták a projektjeikben: Basilisk II, SheepShaver, QEMU, DOSBox és WinUAE. Az első kettő különböző Macintosh gépeket tud szimulálni, az utolsó kettő DOS, illetve Commodore Amiga programok futtatására alkalmas. A QEMU pedig többféle platformot is képes virtuális gépként működtetni, de szükség van hozzá az illető operációs rendszer telepítőprogramjára is. A különböző emulátorok beüzemelése a pofonegyszerűtől a dühítően bonyolultig széles skálán mozog. A DOSBox a legkönnyebb eset: telepítés után van egy DOS környezetünk és egy konfigurációs fájlban meg kell adnunk, hogy melyik alkönyvtár legyen a C: meghajtó. A QEMU is egyszerűen telepíthető, de egy kicsit többet kell bajlódni vele, mire rendszeren el tud indítani mondjuk egy régi Windowst. A Mac-emulátorokból is vannak előre lefordított, telepíthető verziók, de a tapasztalat azt mutatja, hogy a forrásprogramot az adott rendszeren újrafordítva stabilabb emulátort lehet készíteni, amely ritkábban omlik össze. Macintosh és Amiga gépek szimulálásához az emulátorokon és az operációs rendszerek installáló lemezén vagy lemezképmásolatán kívül még az eredeti gépek

ROM-jába égetett *firmware*-re is szükség van (szerencsére már ezek is letölthetők fájlként).

Az sem mindegy, hogy az emulátorokat milyen mai környezetben futtatjuk. A Blake-féle számítógépes grafikáknál például elég sok kísérletezés után sikerült csak ráhibáznai a megfelelő lemezképfájlformátumra, kideríteni az eredeti Mac operációs rendszer verzióját, találni egy régebbi laptop gépet és egy olyan Ubuntu rendszert tenni rá, amelyiken végre úgy futott az emulátor és benne a Photoshop, hogy hibátlanul jelentek meg a PSD képfájlok.

Szerencsére vannak már olyan alternatívák, amelyekkel mindezek a telepítgetések és beállítási próbálkozások leegyszerűsíthetők és hamarabb jutunk el egy működőképes emulációhoz. 2015 októberében a bwFLA letölthetővé tette az általa fejlesztett emulátor felhőszolgáltatást előre konfigurált, ún. *Docker* konténerbe csomagolt változatban, így lehetővé vált bármely intézmény számára, hogy saját szerverén működtessen egy olyan keretrendszert, amelyben csak ki kell választani egy menüből a használni kívánt emulátort és operációs rendszert, sőt akár az is megoldható, hogy egy USB tárolót bedugva egy gépbe, arról egy előre beállított emulált környezet töltődjön be.

Ha van végre egy jól működő virtuális gépünk, a következő probléma a vezérlés. A felhasználói felületek ugyanis sokat változtak az évtizedek alatt. Ki tudja ma már, hogy milyen parancsok voltak a DOS-ban? Feladata-e a könyvtárosnak vagy az archívum kezelőjének megtanítani a kutatókat az emulált környezetek használatára? További érdekes problémák merülnek fel akkor, ha egy eredetileg billentyűzettel vezérelhető programot egérrel irányítunk, vagy amikor egy számítógépes játék túl gyorsan fut, mert sokkal lassabb gépre tervezték, vagy ha egy tompa és vöröses árnyalatú CRT monitoron rajzolt grafikát egy ragyogó fényű, kékebe hajló mai LCD képernyőn nézünk meg. Az eddigi tapasztalatok szerint ritka az olyan kutató, aki a korhű megjelenítést és használatot fontosabbnak tartja a modern gépek sebességénél, stabilitásánál és ismerős felhasználói felületénél. A legtöbben a könnyű hozzáférést preferálják, és nem szívesen bajlódnak a hitelesebb, de nehezkesebb emulált környezetekkel.

Amikor az emuláció nem helyben, hanem egy távoli szerveren fut, akkor a stabilitás és sebesség még inkább kritikus kérdés lesz. Hiszen interaktív alkalmazásoknál azonnal reagálnia kell a programnak a felhasználó egérmozdulataira vagy bil-

lentyűparancsaira, minden lassulás vagy akadozás lerontja az élményt. A felhőszolgáltatásként emulált Theresa Duncan CD-ROM játékok szerencsére eleve lassú böngészésre, felfedezésre voltak szánva, de még ezeknél is optimalizálni kellett az adatforgalmat, tömöríteni a *stream* formában átküldött hangot és képet. Gyors tempójú akciójátékok online szolgáltatása feltehetően még nagyobb kihívást jelentene, hiszen annak idején nem erre tervezték őket. Mindenesetre az EaaS egy jó irány, jelentősen csökkenti a helyben szükséges szakértelmet és informatikai munkát. Ha sokféle, rugal-

masan beállítható emulációs szolgáltatás lesz elérhető a felhőben, akkor újra megismerhetőkké és élvezhetőkké válhatnak „letűnt korok” jelenleg hozzáférhetetlen digitális emlékei.

/DIETRICH, Dianne – KIM, Julia – MCKEEHAN, Morgan – RHONEMUS, Alison: How to Party Like it's 1999: Emulation for Everyone. = The Code4Lib Journal, 32. sz., 2016-04-25
<http://journal.code4lib.org/articles/11386/>

(Drótos László)