

ЗАСТАРЕВАЊЕ ДИГИТАЛНИХ ИНФОРМАЦИЈА

Сандра Дељанин, sandradubravic@gmail.com
Универзитет у Београду, Филолошки факултет

Апстракт:

У раду је представљена проблематика застаривања дигиталних информација као последица застаривања рачунара, рачунарског софтвера и медијума на којима су смештени подаци. Библиотекари и архивисти показују највећу бојазан због појаве феномена „дигиталног мрачног доба“, тражећи ефикаснија решења за очување културног и интелектуалног наслеђа у дигиталном облику како би се постигла уштеда материјалних средстава и спречио губитак драгоценог времена. Даље је у раду указано на недостатке појединих рачунарских платформи, приказане су методе за привремено оживљавање података, међутим за сада још увек није установљена једна ефикасна, стандардизована и дугорочна стратегија која би била примењива на све типове дигиталних ресурса. Бројни наведени примери застаривања уређаја, формата, програма и медијума треба да пробуде свест сваког појединца без обзира на његово професионално опредељење, јер се савремени начини пословања и друштвеног живота не могу замислити без ослоњања на рачунарску технологију која, с једне стране олакшава и убрзава комуникацију, али исто тако јако лако може онемогућити и прекинути сваку везу са будућим поколењима.

Кључне речи:

застаривање дигиталних података, Думздеј пројекат, емулатори, спецификације формата, дигитално мрачно доба, очување дигиталних података, стратегије за заштиту дигиталних података

1. Увод

Појава у којој дигитални ресурс више не може да се прочита, било зато што физички медијум на коме се налази више није у употреби, или није доступан хардвер или софтвер који се на њему извршава, позната је као феномен **застаревања дигиталних информација (digital obsolescence)**. Уобичајени текст може бити приказан на каменој плочици, пергаменту или микрофилму и увек ће бити препознатљив као писани текст. Међутим, чим се тај текст дигитализује, он представља само струју електричних импулса који имају значење тек када их интерпретира софтвер који их је створио или за који су намењени. Убрзан развој технолошких иновација и ширење различитих врста рачунарског хардвера, начина дигиталног кодирања, оперативних система и општих или специјализованих софтвера носи са собом низ озбиљаних проблема који доводе у питање чување информација у дигиталном облику.

На потешкоће очувања дигиталног материјала скренута је пажња библиотекара и архивиста деведесетих година двадесетог века. Међу стручњацима поменутих дисциплина доста се расправљало на ову тему, мада без неких значајнијих решења осим предлога да се подаци и информације морају континуирано и брзо преносити на новије медијуме, у складу са најновијим стандардима. Дешавало се да су библиотекари били под притиском да користе сваку новину одмах по њеном појављивању како би одржали корак са временом. Када би нова технологија доживела неуспех, једно од решења за излаз из такве ситуације је пребацивање свих ресурса на још новије дигиталне медијуме. Лоша страна оваквог подухвата је расипање новца и времена којих ионако нема довољно, што доводи до тога да ресурси постају недоступни, а библиотеке постају музеји пропале технологије. (Crawford and Gorman 1995)

Дигитална грађа се временом троши и оштећује. Ове промене не морају бити очигледне као што је то случај са фотографијама или књигама, али се ипак дешавају и скоро свако ко има рачунар је то и искусио – „пуцање“ тврдог диска (*hard disk*), гребање компакт дискова, губљење битова на магнетним тракама, или једноставно отказивање уређаја за читање података. Чак иако подаци остају неоштећени и битови се још увек налазе на медијумима, неопходно је бити у току са сазнањима о томе која рачунарска платформа може да их прочита и у ком формату се налазе. То додатно отежава процес проналажења информација са којим се најчешће суочавају библиотекари и архивисти у стално растућим дигиталним колекцијама.

Познат је пример NASA-иних снимака свемира (*National Aeronautics and Space Administration*) и слетања беспилотних свемирских летелица Викинг 1 и Викинг 2 на Марс 1976. године, забележених на магнетним тракама. Када је снимке касније требало анализирати испоставило се да су подаци нечитљиви јер су се налазили у непознатом формату, а њихови творци су у међувремену или преминули или напустили NASA-у. Снимци су на крају екстраховани после вишемесечног разрешавања недоумица, и то кроз исцрпна испитивања на који начин су функционисале тадашње машине за снимање. (Blakeslee 1990)

2. BBC Domesday Project

Један од најупечатљивијих примера губитка дигиталних информација због пролазности технологије и њеног застаревања је *BBC Domesday Project*, пројекат у коме је учествовала цела британска нација и чије је истраживање компиловано деветсто година након што је објављена књига „*Domesday Book*“. Оригинални документ, познат и као „*Књига судњег дана*“, представља попис ста-

новништва Енглеске из XI века који је започет 1086. године, по наређењу краља Вилијама I Освајача (William the Conqueror). Телевизијски продуцент са ВВС-а Питер Армстронг (Peter Armstrong) је 1983. године покренуо занимљив подухват обнове ове традиционалне колекције података са новим прилозима, фотографијама, тачним локацијама, описима градова, и извештајима људи широм земље о свакодневним темама. Окупио је водеће умове у области технологије и започео један од главних интерактивних пројеката тог времена.

Ово мултимедијално издање у чијем је реализовању учествовало преко милион људи објављено је 1986. године. Све укупно је сакупљено више од 2 GB података, што је била запањујућа количина за то време, а најраспрострањенији начин за пренос информација између рачунара биле су дискете од 5.25». Имајући у виду њихов ограничени капацитет од 1.2 MB, резултати пројекта су коначно смештени на прилагођеним ласерским дисковима, претходницима CD-ROM-а, у формату LV-ROM (*Laser Vision Read-Only Memory*). Два диска, *Community Disc* и *National Disc* била су величине грамофонске плоче (12») али су иначе изгледали као компакт-дискови које данас користимо, са 300 MB складишног простора на свакој страни диска. Њих је било могуће читати помоћу посебно конфигурисаног плејера Philips VP415 званог *Domesday Player*, на Асоп рачунару *BBC Master* проширеним контролером SCSI (*Small Computer System Interface*). Корисничко сучеље се састојало од ВВС Master тастатуре и навигационог топкића (*trackerball*) помоћу кога је корисник могао да покреће показивач по екрану и кликом изабере акцију. Софтвер за пројекат је писан на програмском језику BCPL (*Basic Combined Programming Language*) који није био у широкој употреби и који се може сматрати претходником C језика. (Darlington et al. 2003)

Неколико библиотека је купило цео системски пакет, али је то било далеко од првобитне

идеје о широкој дистрибуцији. Учесници пројекта су били разочарани због тога што њихов марљив рад није био лако доступан у јавности. Како је време пролазило, овај пројекат је постао основни пример дигиталне застарелости, из разлога што је све мање машина могло да му приступи. Док су информације из књиге и данас доступне, дискови Domesday пројекта са „више од 250.000 имена места, 25.000 мапа, 50.000 слика, 3.000 датотека, 60 минута покретних слика“ (McKie and Thorpe 2002) постали су нечитљиви јер је способност актуелних рачунара да читају старе формате мала, а способност уређаја да приступе ласерским дисковима још мања.

Група истраживача са Универзитета у Мичигену и Универзитета у Лидсу је 1999. године оформила CAMiLEON конзорцијум (*Creative Archiving at Michigan & Leeds: Emulating the Old on the New*), са циљем да се спасу подаци са Domesday дискова. CAMiLEON је 2003. године успешно унапредио систем, тако што је уз помоћ емулатора оригиналног хардвера омогућио приступ дисковима који су се већ налазили у лошем физичком стању. У току процеса, CAMiLEON је истраживао и развијао стратегије за очување дигиталног материјала, тако да је овај пројекат био важно тестно окружење за имплементацију нових стратегија и развој софтверског програма за емулацију. Други тим који је радио за Национални архив Велике Британије (*The National Archives, Kew*), ушао је у траг оригиналној магнетној траци од 1». На њој су се налазиле фотографије и мапе Велике Британије са локацијама свих битних података, коришћене за дискове. Фотографије и мапе су сканиране, а ласерски дискови конвертовани у нови дигитални формат који може да се прочита на различитим машинама. У јулу 2004. године подаци су објављени на вебу, али је ова верзија скинута са мреже 2008. године када је програмер апликације за подршку подацима, Адријан Пирс (*Adrian Pearce*) изненада преминуо.

Тим *BBC Learning* на челу са Џорџом Окландом (*George Auckland*) је 2011. године поново објавио велику количину података са Community Disc-а у формату доступном на вебу, под називом *Domesday Reloaded* (<http://www.bbc.co.uk/history/domesday>). На овој интернет страници може се приступити сликама и чланцима са оригиналног пројекта и видети како се живот Британаца мењао у последњих 25 година, док посетиоци могу освежити информације својим сећањима, фотографијама и причама.

3. Врсте застаревања

Масовна употреба DVD-а уместо видеокасете, или употреба USB меморије за пренос података уместо савитљиве (*floppy*) дискете представља само неке од многобројних примера техничке застарелости, где нова технологија замењује стару, постаје приоритетна и почиње све више да се користи уместо старе. Појединачни производи могу бити превазиђени и због немогућности технологије да настави са његовом производњом. То се углавном дешава када она бива истиснута са тржишта, било да је њен творац напустио бизнис или га је купио конкурент који намерно убија све његове производе.

Поједини производи постају **функционално застарели** када више не раде на начин на који су радили онда када су креирани, било због неминовног природног процеса трошења или због неке интервенције. Производ може бити намерно дизајниран тако да користи саставне делове који се брже троше, што води ка појави планираног застаревања. Пример оваквог типа застаревања је производња неког уређаја, дизајнираног тако да се истроши у року од 5 година од дана куповине, форсирајући купце да га замене новим након истека тог времена.

Планирана **системска застарелост** је намеран покушај застаревања производа променом режима у коме он функционише, на такав

начин да отежава његово даље коришћење. Нови софтвер који се уводи је често некомпатибилан са старијим верзијама. Иако на пример, старија верзија програма за обраду текста правилно ради, најчешће није у стању да чита податке сачуване у новијој верзији. Недостатак компатибилности присиљава кориснике на куповину нових програма без обзира што стари програми и даље раде исправно. Други начин за увођење системске застарелости је елиминисање сервиса за одржавање производа. Ако производ откаже, корисник је присиљен да купи нови. Једини, али веома важан случај где овакав пример системске застарелости може да функционише је власнички софтвер који је лиценциран ексклузивним законским правом носиоца ауторског права, где се трећем лицу забрањује било каква интервенција на производу. Свима познат пример је Microsoft-ов престанак подршке за старије верзије оперативног система Windows и старијих сервисних пакета на новијим верзијама, попут немогућности рада веб претраживача Explorer 9 под окриљем оперативног система Windows XP.

Застаревање због одлагања је ситуација у којој се технолошко побољшање на производу не уводи чак иако би то било могуће, када произвођач више није у стању или не жели да продаје неку софтверску услугу, али пружа могућност кориснику да ипак инсталира софтвер на рачунар и користи га неко ограничено време. У међувремену корисник може да се одлучи да ли ће да купи замену за њега, да га надогради или ће да пређе на новији софтвер. У неким случајевима се застареле технологије користе прорачунато да би се избегла провала података, стратегија позната као „безбедност путем застарелости“.

4. Емулција застарелих рачунара

Рачунарски хардвер постаје застарео онда када нове генерације процесора са повећаним могућностима замене постојеће. Развој

од масивног и скупог рачунара с могућностима калкулатора до савременог, моћног, јефтиног, брзог и поузданог рачунара, различитих величина и карактеристика траје краће од просечног животног века човека. Врло је поражавајућа чињеница да ће рачунари који су данас доступни у продаји постати превазиђени већ кроз пет година. Поједини произвођачи су престали са производњом и на тај начин су њихови рачунари аутоматски постали застарели, попут TI-99, Commodore 64, Amiga. Са друге стране, нови рачунарски хардвер отвара врата новим и побољшаним програмима, директно утичући на застаривање софтвера и формата.

Захваљујући изуму хардверског уређаја, односно софтвера тзв. **емулатора**, чија је улога да опонаша неки други систем који није доступан, данас се може рачунати на очување електронских података смештених на медијумима који су зависни од специфичних рачунарских конструкција, под условом да се посебна пажња посвети очувању медијума за складиштење на дужи временски период. Емулација се не фокусира на дигитални објекат већ на системско окружење у коме се објекат приказује и у коме је првобитно настао. (Van der Hoeven, et al. 2007) Кроз емулацију се репродукују функције једног система на такав начин да се оне могу покренути на неком другом, потпуно другачијем систему који ће да се понаша и изгледа као првобитни систем.

Имитација или „**емулација**“ представља специјалан тип софтверске апликације која креира виртуелни извршни рачунар на тренутно доступном главном рачунару.“ Пошто „најчешће хардвер извршног рачунара није на располагању онда када креатори софтвера почну да програмирају за њега, виртуелни хардвер или имитација хардвера углавном служи као замена непостојећег како би се симултано обављали задаци креирања, покретања и тестирања софтвера... Поред тога што се емулација користи да имитира

будуће хардверске конструкције, користи се и да креира виртуелне историјске или застареле рачунаре.“ (Quick, Maxwell 2005) Њихов драгоцен софтвер се извршава на модерним рачунарима уз помоћ емулатора који се могу пронаћи на веб адресама, попут <http://www.amigaforever.com> и <http://www.c64.com>. Готово да „нема комерцијалног рачунара који није на неки начин емулиран, од првих кућних рачунара попут Commodore PET-а, или Apple II, па до савремених Pentium PC-а и Power Mac рачунара. Неки од очитих разлога за популарност емулатора су носталгија, играње старих игара, потреба за софтвером који не постоји на савременим машинама, па и едукација.“ (Талић 1998)

5. Пролазност медијума за складиштење података

Као што је напредак технологије довео до феномена застаривања рачунарског хардвера, слична ситуација се дешава и са медијумима за складиштење података који се повлаче пред својим наследницима који су бржи, мањи, већег капацитета и лакше их је прочитати. „Нови хардвер углавном није компатибилан са старијим медијумима ако их дели бар једна генерација.“ (Quick, Maxwell 2005) Такав је случај са дискетним уређајем за дискете од 3.5» које нису потпуно ишчезле из употребе, али се овај уређај више не уграђује у рачунаре новијих генерација иако је до недавно био део некадашње стандардне опреме. Савитљива дискета је била главни преносни медијум између рачунара до појаве компакт дискова и осталих напреднијих сродника, а данас је остала у широкој употреби само њена икона као метафора за спремање датотека на корисничком сучељу већине софтвера (нпр. опција *Save* у овире Microsoft Office пакета).

Неоспорна је чињеница да се битови на медијумима временом губе. Један од разлога за такав исход су физичка својства материјала

од којих су медијуми начињени, која су промјенивих карактеристика које медијуме чине нестабилним. „Природа тежи да изједначи енергетске нивое, што временом доводи до брисања података који су ускладиштени на већини дигиталних медијума. Да би се подаци ускладиштили на дуже време, медијум мора бити приближно ентропијски изједначен на почетку, тако да могу проћи векови док се деси губитак вредности.“ (Quick, Maxwell 2005) Сви магнетни медијуми имају ентропијски високу енергију, а само неколико оптичких медијума се приближава захтеву ентропијске избалансираности.

Постоје бројне комерцијалне фирме које нуде услуге миграције медијума, конверзије формата и опоравка података, а цене трошкова варирају у зависности од сложености поступка. „Једноставна миграција стандардног формата дискете од 5.25» може да кошта од 5-50\$ по диску“, конверзија података повећава цену услуге, док је опоравак података са оштећених медијума још скупљи. (Entlich 2004) „Чак и када се подаци беспрекорно пребаце путем посредничког медијума, понављање учењавања и снимање коришћењем различитих техника, и време проведено између две миграције узимају свој данак кроз ускладиштене битове. Миграција података никада не достиже стопостотни успех и узастопна ускладиштења нагомилавају грешке, а изложеност података кварењу и губитку се повећава.“ (Quick, Maxwell 2005) Поред проблема очувања података на медијумима, јавља се и проблем читљивости медијума на којима се подаци још увек налазе али су шифровани, јер се процес декодирања намерно отежава. Модерна енкрипција се користи у све више докумената и медијума зато што издавачи желе заштиту ауторских права, ограничавањем кориштења дигиталног садржаја и спровођењем метода управљања дигиталним правима, DRM (*Digital Rights Management*).

Пол Конвеј (Paul Conway) је истакао следеће: „док се капацитет снимљених података експоненцијално повећао током времена, дуговечност медијума за ускладиштење информација се пропорционално смањила.“ (Li, Vanach 2011) Иако сви дигитални медијуми подлежу феномену застаривања, они који су више усклађени са стандардом и који су у широкој употреби, теже ће и спорије застаревати. „Приликом избора медијума за ускладиштење дигиталних података, важно је изабрати тип или бренд који има репутацију високог квалитета. Иако сви медијуми временом пропадају, квалитетнији ће трајати дуже и у крајњој линији ће смањити трошкове преласка на нове медијуме.“ (Bailey 2011) Исто тако, прављење резервних копија на различитим врстама медијума умањиће вероватноћу губитка драгоцених дигиталних информација. „Да би се избегла зависност од меморије хардвера, медијум за ускладиштење не сме бити везан за произвођача, и уређај за приступање подацима из меморије рачунара треба да буде израђен од једноставних делова. Будуће генерације морају бити у могућности да конструишу уређај који ће прочитати медијум са минималним разумевањем онога што се на њему налази.“ (Quick, Maxwell 2005)

6. Класификација и каталогизација формата датотека

Иако су неке спецификације формата независне од специфичног софтвера попут шема за кодирање ASCII и Unicode, већина њих је у вези са сродним групама софтвера. Софтвер и спецификације формата на којима се заснива се обично развијају заједно те су из тог разлога нужно у тесној вези. Зато дискусије о застаривању формата подразумевају неизоставно и питања застаривања софтвера. Углавном се успешни софтвер редовно надограђује. Иако већина апликација може прочитати датотеке креиране претходном верзијом, и можда још једном пре

ње, могућност да се читају још старије верзије углавном не постоји. Најновије верзије софтвера најчешће не могу да читају датотеке које нису мигрирале, док старије верзије софтвера често нису доступне или се не могу покренути на тренутном рачунару или под тренутном верзијом оперативног система.

Најпроблематичнији су формати чије су спецификације у *власништву затвореног типа* и које се везују за успешан софтвер који има дуги век трајања. Оне имају тенденцију да се брзо развијају и да постоје у много различитих верзија за различите платформе, а њихова компатибилност са старијим верзијама је ограничена. Произвођачи се руководе комерцијалним моментом намерно избегавајући компатибилност са старијим верзијама свог софтвера како би присилили све кориснике, укључујући и оне који радије користе старије верзије, да изврше надоградњу. Да би то могло да функционише, пажња корисника се привлачи кроз примамљиву понуду функционалних додатних апликација, чиме се обезбеђује наставак прихода. Ови формати су најугроженији јер се суочавају с једне стране са брзом променом спецификација, а с друге са везаношћу за један производ или компанију.

Формати који су у *власништву отвореног типа* имају смањен ризик од застаревања јер су спецификације јавно доступне, дозвољавајући другим компанијама да производе софтвер који их може прочитати. Један такав пример је подскуп власничког формата који је усвојен као стандард, PDF/A, архивска верзија PDF-а који је у власништву компаније Adobe, али је отворена спецификација. PDF/A се разликује од PDF-а у захтеву да метаподаци буду засновани на XML формату и да се отклоне елементи који би компликовали декодирање и убрзали застаревање, као што су аудио и видео запис, JavaScript и др. Ова врста спецификација је још увек подложна хировима

тржишних сила и лако може бити напуштена из комерцијалних разлога.

Може се рећи да су спецификације које *нису у власништву и отвореног су типа* најсигурније за складиштење дигиталних података. Њих подржавају стручна тела задужена за међународне стандарде, чији представници помажу да се избалансирају потребе широког спектра корисника које нису одраз било каквог појединачног комерцијалног интереса у креирању стандарда. Отворени формати се називају и слободни формати датотека уколико нису оптерећени ауторским правима, патентима или другим ограничењима, тако да их свако може користити за било коју жељену сврху, без новчаних трошкова. Компатибилност са претходним верзијама је приоритет ових стандарда, тако да нема комерцијалних притисака за брзим застаревањем.

До данашњих дана је створено на хиљаде формата и њихових верзија, а тек је недавно учињен напор да се они каталогизују, документују и разумеју њихови односи и варијације. Без одговарајуће софтверске документације и спецификације формата датотека, покушај да се тумачи стара датотека или чак одреди у ком је формату написана, постаје застрашујући. Одељење за дигиталну заштиту Националног архива Велике Британије развило је онлајн информациони систем о форматима датотека и њиховим пратећим софтверским производима, PRONOM. Првобитно је развијен за подршку приступања електронским записима Националног архива и дугорочно очување, а данас је доступан за сваког појединца коме су потребне информације о софтверским производима, животном циклусу њихове подршке и техничких захтева, и о форматима које различити софтвер подржава.

Многи пројекти који се тичу очувања културне баштине сусрећу се са незаобилазним питањима на тему дигитализације – „како дигитализовати, у ком формату, колико детаљно...“.

Национална иницијатива за умрежену културну баштину, NINCH (*The National Initiative for a Networked Cultural Heritage*), са седиштем у Вашингтону у САД, наводи следеће формате као *de facto* стандарде који вероватно неће застарети у блиској будућности: некомпризован TIFF и PDF за слике, ASCII и RTF за текст. (2002) Системи који зависе од софтвера заштићених ауторским правима, и на чије се услове лиценцирања као и на само постојање софтвера не може рачунати дугорочно, неприкладни су за архивске сврхе и за стварање дигиталних колекција културне баштине.

Формати датотека у којима су сачувани подаци треба да буду у широкој употреби, компатибилни са претходним верзијама и да је доступан историјат компатибилности, да имају разумне циклусе надоградње, солидну подршку метаподацима, уграђено проверавање грешака, да су отвореног приступа, да нису компресовани, или ако јесу да користе компресију без губитака, и коначно, да раде са широким спектром хардверских и софтверских конфигурација. (Bailey 2011)

7. Може ли се и на који начин изаћи из „дигиталног мрачног доба“?

Док је нашу писану баштину стару више стотина година још увек могуће читати на аналогним медијумима, дигитални подаци стари само неколико година налазе се у озбиљној опасности да постану неповратно изгубљени. Покушај да се сва дигитална грађа пребаци у аналогну форму је готово немогућ подухват, чак иако се занемари чињеница да би за то било потребно бескрајно много времена. Чврсте копије лакше одолевају застаревању, али оне не могу одразити праву природу мултимедијалних дигиталних облика и никако не могу бити њихова замена. Предлози за формирање дигиталних музеја у којима би се чувале старе машине које могу да покрену оригинални софтвер и компатибилне застареле формате,

исто су тако неосновани. Трошкови одржавања би били високи, приступ оригиналним дигиталним документима би био могућ на само неколико локација у свету, и као што је већ речено, рачунарски хардвер има ограничен век трајања. „Дигитална застарелост наставља да се убрзава, док озбиљна потрага за дугорочном стратегијом складиштења тек треба да почне.“ (Brand 1990)

Главни изазов са којим се суочава дигитална генерација је одгонетнути „на који начин огромну количину машински генерисаног и машински читљивог материјала ускладиштити у форми која је сигурна од пропадања и доступна будућим генерацијама.“ (Huxley 2005) Временом су настајале различите тактике за заштиту дигиталних података које могу успешно спроводити појединци и организације на одређеним врстама материјала у специфичним окружењима. Међутим, ниједна од њих није примењива на све типове података, није ефикасна у свим ситуацијама нити погодна за све институције одговорне за очување културне баштине. Широки спектар формата и спецификација додатно отежава одређивање униформног решења. Одговарајућа стратегија треба да буде одређена врстом дигиталног објекта који треба да буде сачуван, захтевима корисника који желе да приступе објекту, и политиком институција које су одговорне за очување дигиталних извора.

Очување дигиталних података (*digital preservation*) је активно управљање дигиталним информацијама кроз широки спектар активности које ће обезбедити њихову доступност, продужити њихов животни век и заштитити их од пропадања, физичког оштећења и застаревања. То је један динамичан и континуирани процес током кога се мењају методе и технички захтеви у складу са брзим технолошким променама, и кога прати стално улагање труда, времена и новца. Дугорочно складиштење информација без грешке у одго-

варајућим форматима и на дуговечнијим медијумима омогућава да се подацима може поново приступити у облику у коме су настали, тако да их човек може прочитати и разумети, али и да их рачунар може обрадити. „Дигитално мрачно доба још увек може постати дигитално златно доба, где ће целокупно људско знање бити сачувано и доступно свакоме.“ (Colville 2007)

7.1. Стратегије за очување дигиталних података

1. **Копирање низа битова (*bitstream copying*)** – стратегија позната и као прављење сигурносних копија података (*backing up data*), односи се на процес израде идентичног дупликата дигиталног објекта. Иако је ово неопходна компонента свих стратегија за дигиталну заштиту, сама по себи није дугорочна техника јер се бави само питањем губитка података услед отказивања хардвера и медијума, било да је у питању нормални квар или пад система, злонамерно уништавање или природна катастрофа. Копирање тока битова се често комбинује са даљинским складиштењем, чувањем копија на различитим локацијама, како би се избегла могућност да и оригинал и копија подлегну истом катастрофалном догађају.
2. **Освежавање (*refreshing*)** – освежавање је процес копирања дигиталних информација са једног медијума за дугорочно складиштење на други медијум који је истог типа, без икаквих промена у низу битова (нпр. са старијег CD-RW на нов CD-RW). Модификовано освежавање се односи на копирање података на други медијум сличног типа, без промене у битовском обрасцу (са 100 MB Zip disk на 750 MB Zip disk). Постојанији медијуми попут Gold CD-а могу смањити потребу за

учесталим освежавањем и умањити губитке због дотрајалости медијума, међутим издржљиви медијуми немају трајан утицај на било који потенцијални извор губитака – они пружају само лажан осећај сигурности.

3. **Заштита технологије (*technology preservation*)** – заснива се на очувању техничког окружења у коме се покреће систем, укључујући оперативне системе, оригинални апликативни софтвер, уређаје и сл. Понекад се ова опција назива *рачунарски музеј (computer museum)*. Она нуди могућности за суочавање са застаревањем медијума, под претпоставком да се медијум није покварио тако да се више не може читати. Ово није стратегија коју могу саме спроводити појединачне институције јер одржавање застареле технологије захтева значајне инвестиције у опреми и особљу.
4. **Дигитална археологија (*digital archeology*)** – укључује методе и поступке спашавања садржаја са оштећених медијума или од застарелих или оштећених хардверских и софтверских режима рада. Дигитална археологија је експлицитна стратегија за хитан опоравак низова битова са медијума који је нечитљив, било због физичког оштећења или отказивања хардвера. Читљивост низова битова се често може повратити чак и са тешко оштећених медијума (нарочито са магнетних медијума), али ако је садржај јако стар, велика је вероватноћа да обнова можда неће бити могућа и да ће садржај остати неразумљив.
5. **Аналогно прављење сигурносних копија (*analog backups*)** – подразумева конверзију дигиталних објеката у аналогни облик у складу са архивским стандардом и коришћењем трајних аналогних медијума попут микрофилма за

чување у архивским условима. Овој врсти преноса највише су подложни текст и монохроматске фотографије, јер је у тим случајевима најмањи губитак функционалности оригиналног документа. С обзиром на високу цену и ограничења стварања аналогних сигурносних копија, ова техника има смисла само за документе чији садржај завређује највиши ниво заштите од губитка.

6. **Миграција (*migration*)** – подразумева пребацивање података у ново системско окружење, конверзију из једног формата у други, из једног оперативног система у други, из једног програмског језика у други, из једне генерације рачунарске технологије у наредну генерацију, при чему подаци остају непромењени. По некима се миграција користи наизменично са освежавањем, али је шири и богатији концепт од освежавања. Сврха миграције је да се очува интегритет дигиталних објеката како би клијенти били у могућности да их користе у кораку са технологијом која се стално мења. Неки су критиковали овај метод тврдећи да се њиме не може обезбедити ни интегритет ни аутентичност – увек постоји опасност да се при овом процесу изгуби делимична функционалност која је постојала у старом формату, или да сам конвертор неће моћи да протумачи и пренесе све особине оригиналног формата (нарочито када се ради о подацима који су заштићени ауторским правима).
7. **Ослањање на стандарде (*reliance on standards*)** – ова метода се заснива на придржавању стабилних, широко прихваћених и признатих отворених стандарда приликом креирања и архивирања дигиталних извора. Такви стандарди нису везани за специфичну хардверску или софтверску платформу

му и на тај начин могу одложити недоступност дигиталних ресурса због технолошке застарелости. Међутим, стабилни стандарди нису доступни за све врсте формата.

8. **Нормализација (*normalization*)** – је формализована имплементација стратегије ослањања на стандарде. У оквиру архивског спремишта, сви дигитални објекти одређеног типа (нпр. слике у боји) се конвертују у један изабрани формат датотеке (нпр. TIFF) који ће одразити компромис међу бројним карактеристикама, као што су функционалност, дуговечност и очуваност. Нормализовањем депонованих објеката у скуп одабраних формата, кад год је то могуће, контролише се број формата и смањује комплексност управљања датотекама.
9. **Канонизација (*canonicalization*)** – техника конципирана тако да омогућава утврђивање да ли су битне карактеристике документа остале непромењене кроз конверзију из једног формата у други. Ослања се на прављење представника типа дигиталног објекта који саопштава које су све кључне особине дигиталног објекта. Једном креиран, овај облик или матрица може да се користи за алгоритамску проверу да ли је конвертована датотека изгубила нешто од своје суштине.
10. **Емулација (*emulation*)** – комбинује софтвер и хардвер за репродукцију рада другог рачунара са свим његовим битним карактеристикама, дозвољавајући програмима или медијумима дизајнираним за одређен режим рада да се извршавају у различитим, најчешће новијим режимима рада. Емулација захтева креирање емулятора, програма за превод система знакова и инструкција из једног рачунарског окружења тако да се може

правилно извршавати у другом. Позната примена емулятора је код новије верзије оперативног система Apple Macintosh, који омогућава коришћење програма заснованих на ранијим серијама процесора које се више не користе на Apple рачунарима. Већина данас доступних емулятора су написани за рачунарске игре застарелог хардвера, како би се могле покретати на модерним рачунарима.

- 11. Херметизација (*encapsulation*)** – техника груписања дигиталног објекта и метаподатака да би се обезбедио приступ том објекту. Процес груписања треба да смањи могућност губитка било које кључне компоненте неопходне за декодирање и представљање дигиталног објекта. Одговарајући типови метаподатака који су херметички затворени са дигиталним објектом обухватају: референцу (она обезбеђује један или више означитеља за јединствено идентификовање објекта), репрезентацију информације (обезбеђује интерпретирање битова на одговарајући начин), порекло (опис извора објекта), непромењивост (доказ да објекат није мењан), и контекстну информацију (описује како се објекат доводи у везу са другим информацијама ван логичких структура, које се називају „контејнери“ или „омоти“). Сматра се кључним елементом емулације.

8. Закључак

Веома је важно бити свестан намена и ограничења различитих дигиталних облика, који треба да одговарају не само тренутним циљевима, већ да буду функционални и расположиви и у догледној будућности. Мало ко размишља о томе да скоро сво наше забележено знање у дигиталном облику не може

опстати чак ни за наших живота. „За оне који верују у бесмртност нових медијума за складиштење датотека, Ротенберг је дао прикладну пословицу новог доба: *Дигиталне информације трају вечно – или 5 година, шта год да дође прво.*“ (Huxley 2005)

Како се микрофилм показао као један од најдуговечнијих медијума за чување података у аналогном облику (може да опстане нешто више од петсто година), појединци су почели да размишљају у том правцу да се дигитални подаци могу складиштити управо на овом медијуму. Компанија која се бави пружањем услуга у области информационих технологија, ACS (*Affiliated Computer Services*), поднела је 2004. године захтев за патентирање технологије архивирања бинарних података, *Method and apparatus for preserving binary data*. (PatentGenius) Да би се бинарни подаци сместили на микрофилм, неопходно је да буду представљени у виду слика које су машински читљиве. Творци овога изума су предложили да се за кодирање бинарних података користи дводимензионална технологија пругастог кода, чији се симболи спајају у слике које може да чита уређај за писање на микрофилму. Исто тако, „било који доступан сканер микрофилма који може да ухвати јасну слику симбола дводимензионалног пругастог кода на микрофилму, може да врати слику у дигиталну слику на рачунару.“ (Quick, Maxwell 2005) Тачно дефинисана спецификација за кодирање може бити ускладиштена заједно са бинарним подацима како би се олакшао каснији опоравак података, чак иако технике за кодирање постану застареле. (PatentGenius)

Колико је познато ова метода за складиштење података још увек није нашла своју ширу примену, али свакако указује на могућност да се осмисле неке нове технике, ма колико непопуларне у овом тренутку биле, које ће се суочити са кључним проблемима очувања дигиталних података.

Литература

- Bailey, Helen. 2011. Digital Preservation Series, Part 3 – There Are Solutions to This Problem. Preservation Services at Dartmouth College Blog, December 13. <http://dartmouthpreservation.blogspot.com/2011/05/digital-preservation-series-part-3.html>. (приступљено августа 2011)
- Bailey, Helen. 2011. Digital Preservation Series, Part 4 – Solutions, cont. Preservation Services at Dartmouth College Blog, June 14. <http://dartmouthpreservation.blogspot.com/2011/06/digital-preservation-series-part-4.html>. (приступљено августа 2011)
- Blakeslee, Sandra. 1990. Lost on Earth: Wealth of Data Found in Space. *New York Times* (March 20). <http://www.nytimes.com/1990/03/20/science/lost-on-earth-wealth-of-data-found-in-space.html>. (приступљено августа 2011)
- Brand, Stewart. 1990. Escaping the Digital Dark Age. *Library Journal* Vol. 124, no. 2 (February): 46–49.
- Colvile, Robert. 2007. How to stave off a digital dark age. *The Telegraph* (July 5). <http://www.telegraph.co.uk/technology/3353826/How-to-stave-off-a-digital-dark-age.html>. (приступљено септембра 2011)
- Crawford, W. and M. Gorman. 1995. *Future libraries: Dreams, Madness and Reality*. Chicago: ALA.
- Čalić, Vlada. 1998. „Emulatori“. *PC Press* Br. 40 (novembar). <http://www.pcpres.rs/arhiva/tekst.asp?broj=40&tekstID=1905>. (приступљено септембра 2011)
- Darlington, Jeffrey, Andy Finney and Adrian Pearce. 2003. Domesday Redux: The rescue of the BBC Domesday Project videodisks. *Ariadne Issue* 36 (July). <http://www.ariadne.ac.uk/issue36/tna/>. (приступљено септембра 2011)
- Entlich, Richard. 2004. One Last Spin: Floppy Disks Head Toward Retirement. *RLG DigiNews* Vol. 8, no. 6 (December). <http://worldcat.org/arcviewer/1/OCC/2007/07/10/0000068923/viewer/file1.html>. (приступљено октобра 2011)
- Huxley, John. 2005. The digital Dark Age. *The Sydney Morning Herald* (September 23). <http://www.smh.com.au/news/technology/the-digital-dark-age/2005/09/22/1126982184206.html>. (приступљено августа 2011)
- Li, Yuan and Meghan Banach. 2011. Institutional Repositories and Digital Preservation: Assessing Current Practices at Research Libraries. *D-Lib Magazine* Vol. 17, no. 5/6 (May/June). <http://www.dlib.org/dlib/may11/yuanli/05yuanli.html>. (приступљено августа 2011)
- McKie, Robin and Venessa Thorpe. 2002. Digital Domesday Book lasts 15 years not 1000. *The Guardian* (March 3). <http://www.guardian.co.uk/uk/2002/mar/03/research.elearning>. (приступљено септембра 2011)
- Quick, Ken and Mike Maxwell. 2005. Ending Digital Obsolescence. In *Archiving 2005. Vol. 2, Final Program and Proceedings*, 201-205. Washington: The Society for Imaging Science and Technology. <http://microfilm.net.au/pdf/ACS%20Datasurance%20White%20Paper.pdf>. (приступљено септембра 2011)
- Van der Hoeven, Jeffrey, Bram Lohman and Remco Verdegem. 2007. Emulation for Digital Preservation in Practice: The Results. In *The International Journal of Digital Curation*, Issue 2 (December): 123-132. <http://www.ijdc.net/index.php/ijdc/article/viewFile/50/35>. (приступљено октобра 2011)

Веб локације

- BBC. Domesday Reloaded. *The Story of the Domesday Project*. <http://www.bbc.co.uk/history/domesday/story>. (приступљено августа 2011)
- Digital Preservation Management Workshop and Tutorial. *Implementing Short-term Strategies for Long-term Problems*. <http://www.dpworkshop.org/dpm-eng/terminology/strategies.html>. (приступљено августа 2011)
- The National Archives. *The technical registry PRO-NOM*. <http://www.nationalarchives.gov.uk/PRO-NOM>. (приступљено августа 2011)
- National Initiative for a Networked Cultural Heritage. 2002. The NINCH Guide to Good Practice in the Digital Representation and Management of Cultural Heritage Materials. <http://www.nyu.edu/its/humanities/ninchguide/V/>. (приступљено септембра 2011)
- PatentGenius. Method and apparatus for preserving binary data. <http://www.patentgenius.com/patent/7489818.html#show-last-page>. (приступљено августа 2011)
- The RISC OS Foundation. *Countdown from Domesday: Richard Hallas reports on CAMiLEONs efforts to preserve the BBCs Domesday Project for posterity*. <http://foundation.riscos.com/html/features/11/domesday/count.htm>. (приступљено септембра 2011)
- Wikipedia, the free encyclopedia. <http://en.wikipedia.org>. (приступљено маја 2011)