

TRAJNO OHRANJANJE RAČUNALNIŠKIH PROGRAMOV

Tadej Vodopivec

Oddano: 9. 11. 2010 – Sprejeto: 19. 1. 2011

Strokovni članek
UDK 004.42:005.921.1(497.4)

Izveček

Podjetje ComTrade ima širok spekter dejavnosti v informacijsko-komunikacijskih tehnologijah; razvija spletne aplikacije, lokalne programe, sistemsko programsko opremo, gonilnike in programsko opremo, vgrajeno v različne naprave. Podjetje je pridobilo tudi veliko znanja in praktičnih izkušenj o tehnologijah dolgoročne hrambe podatkov v digitalni obliki. Ta širok nabor dejavnosti in znanj daje podjetju dobro osnovo, da lahko problem trajnega ohranjanja digitalnih virov osvetli širše – z vidika trajnega ohranjanja računalniškega programa, ki je z razliko od ohranjanja digitalnega gradiva – podatkov, dokumentov, tudi multimedijskih zapisov v elektronski obliki, mnogo manj raziskano. Posebej pomembno vprašanje je, kako lahko ohranimo funkcionalnosti, značilne za računalniške programe. Prav funkcionalnost, dinamičen odziv na vhode iz okolja, je tista kategorija, v kateri digitalni viri bistveno presegajo klasične. Prispevek odpira vprašanja, ki so pomembna na začetku poti trajnega ohranjanja digitalnih virov, z namenom, da bodo uravnoteženo pokriti vsi pomembni vidiki. V prispevku se bomo vprašali, čemú trajna hramba programov, kdo naj jo zagotovi in za koga. Kdaj je potrebno razmišljati o trajni hrambi programa, kaj ohraniti (izvirno kodo, zaslonske slike, dokumentacijo, družbeni kontekst programa – npr. odzive nanj v medijih, ...), kje in kako? Teoretično je razprava podprta tudi z idejno zasnovo virtualnega muzeja slovenskega elektronskega bančništva.

Ključne besede: računalniški programi, arhiviranje računalniških programov, trajno ohranjanje digitalnih virov

Abstract

Comtrade Ltd. covers a wide range of activities related to information and communication technologies; its deliverables include web applications, locally installed programs, system software, drivers, embedded software (used e.g. in medical devices, auto parts, communication switchboards). Also the extensive knowledge and practical experience about digital long-term preservation technologies have been acquired. This wide spectrum of activities puts us in the position to discuss the often overlooked aspect of the digital preservation – preservation of software programs. There are many resources dedicated to digital preservation of digital data, documents and multimedia records, but not so many about how to preserve the functionalities and features of computer programs. Exactly these functionalities – dynamic response to inputs – render the computer programs rich compared to documents or linear multimedia. The article opens the questions on the beginning of the way to the permanent digital preservation. The purpose is to find a way in the right direction, where all relevant aspects will be covered in proper balance. The following questions are asked: why at all to preserve computer programs permanently, who should do this and for whom, when we should think about permanent program preservation, what should be persevered (such as source code, screenshots, documentation, and social context of the program – e.g. media response to it ...), where and how? To illustrate the theoretic concepts given the idea of virtual national museum of electronic banking is also presented.

Keywords: software preservation, software archiving, digital preservation

1 Uvod

V podjetju ComTrade imamo privilegij, da lahko spoznamo širok spekter dejavnosti v informacijsko-komunikacijskih tehnologijah. Razvijamo programsko opremo – po naročilu za končne stranke; za velika IT podjetja, ki rešitve prodajajo na trgu končnim strankam, in tudi samostojno za trg; po naročilu vzpostavljamo tudi rešitve tretjih proizvajalcev in jih integriramo v okolje stranke. Naši izdelki vključujejo spletne aplikacije, lokalne programe, sistemsko programsko opremo, gonilnike in programsko opremo, vgrajeno v različne naprave (npr. medicinske naprave, avtomobilska elektronika, telefonske centrale). Imamo močno koncentracijo znanja in praktičnih izkušenj o tehnologijah dolgoročne hrambe podatkov v digitalni obliki. Ukvarjamo se tudi s svetovalno dejavnostjo, med drugim smo Arhivu RS pomagali vzpostaviti metodologijo za akreditirano preverjanje usklajenosti programske opreme v skladu z zakonom, ki ureja varstvo dokumentarnega in arhivskega gradiva v digitalni obliki.

Širok nabor dejavnosti in znanj daje dobro osnovo, da lahko problem trajnega ohranjanja digitalnih virov osvetlimo širše – z vidika trajnega ohranjanja računalniškega programa. Na spletu najdemo številne razprave in informacije o ohranjanju digitalnega gradiva – podatke, dokumente, tudi multimedijske zapise v elektronski obliki, mnogo manj pa o tem, kako ohranimo funkcionalnosti, značilne za računalniške programe. Prav funkcionalnost, dinamičen odziv na vhode iz okolja, je tista kategorija, v kateri digitalni viri bistveno presegajo klasične. Zato ne bi bilo pošteno, da bi to prezrli.

Prispevek ni namenjen iskanju dokončnih odgovorov, temveč odpiranju pravih vprašanj na začetku poti trajnega ohranjanja digitalnih virov. Namreč izredno pomembno je, da se pred zasnovno rešitvijo opredelijo teoretična izhodišča. Posebej nas je zanimalo, čemu trajna hramba programov, kdo naj jo zagotovi in za koga. Kdaj je potrebno razmišljati o trajni hrambi programa, kaj ohraniti (izvorno kodo, zaslonske slike, dokumentacijo, družbeni kontekst programa – npr. odzive nanj v medijih, ...), kje in kako? Teoretično razpravo bomo popestrili z idejno zasnovno virtualnega muzeja slovenskega elektronskega bančništva.

2 Od klasičnih dokumentov prek digitalnih večpredstavnih vsebin do računalniških programov

V »starem svetu«, pred obdobjem vseobsegajoče digitalizacije in informatizacije, je bil odgovor na vprašanje, kako trajno ohraniti vire, tesno povezan z ohranjanjem fizičnih lastnosti vira. Pri digitalno zapisanih virih se je informacija bolj ločila od fizične oblike, slednja le služi kot nosilec zapisa »njenemu veličanstvu« informaciji.

2.1 Digitalni viri

Ob vse večji digitalizaciji v svetu smo se soočili s problematiko dolgoročnega in tudi trajnega ohranjanja virov v digitalni obliki. To vprašanje se dotika tako poslovnih subjektov, javne in državne uprave ter posameznikov in družin, ki bi želeli karkoli ohraniti za prihodnje rodove. Pomembni dokumenti v digitalni obliki, elektronsko oddane vloge in digitalni posnetki z družinske kamere ali fotoaparata predstavljajo nekaj tipičnih vrst virov iz prakse, ob katerih se srečamo z vprašanjem, kako jih ohraniti skozi daljše obdobje.

Arhivska stroka je ob podpori sodobne tehnologije do danes že oblikovala ustrezne dobre prakse, ki jim lahko sledimo pri reševanju vprašanja dolgoročne in trajne hrambe digitalnih virov. Leta 2006 je bil v Sloveniji sprejet tudi *Zakon o varstvu dokumentarnega in arhivskega gradiva ter arhivih*, ki pravno ureja to področje.

2.2 Večpredstavnost in dinamične vsebine

Pri virih v fizični in analogni elektronski obliki je bila možnost dinamičnih vsebin – npr. zvoka in gibljivih slik – v praksi omejena na specifične nosilce in dokaj tesno povezana z njimi (npr. magnetni zapis zvoka ali filma na traku, zapis zvoka na vinilne plošče). Za vire v digitalni obliki je značilna možnost »prožnega« dodajanja večpredstavnostnih (multimedijskih) vsebin – slik, gibljivih slik, zvočnih zapisov ... Hranimo lahko vse, kar znamo digitalizirati in nato ponovno reproducirati v obliki, ki jo človek s svojimi čutili lahko zazna.

2.3 Izvirnik je enakovredna reprodukcija

Fizični nosilec sedaj postavlja le še količinske (kvantitativne) omejitve v kapacitete obsega podatkov in hitrosti njihovega prenosa. Kakovost reprodukcije vira pa je odvisna od logičnih pravil, ki določajo pomen konkretnih digitalnih podatkov (oblika ali format), in tehničnih zmožnosti opreme, da vire reproducira ob upoštevanju teh logičnih pravil. Pomen izvirnika je zvođenel, saj je vsak vir v digitalni obliki kodiran v skladu s pravili formata svojega zapisa in se ob prikazu reproducira v pojavnih obliki, ki jo človek zazna s čutili.

2.4 Hiperpovezave in nelinearnost

Digitalne oblike virov odpirajo možnosti ustvarjanja t. i. hiperpovezav, ki uporabniku omogočajo vpliv na potek reprodukcije. Npr. uporabnik lahko izbira enega od več zapisov na medijih ali ob izbiri določenega objekta na reprodukciji skoči na drugi zapis (npr. klik na sliko prikaže dodatne informacije o sliki). Večpredstavne vsebine, ki vsebujejo hiperpovezave, pogosto imenujemo nelinearne, z razliko od linearnih, ki potekajo neodvisno od izbir uporabnikov.

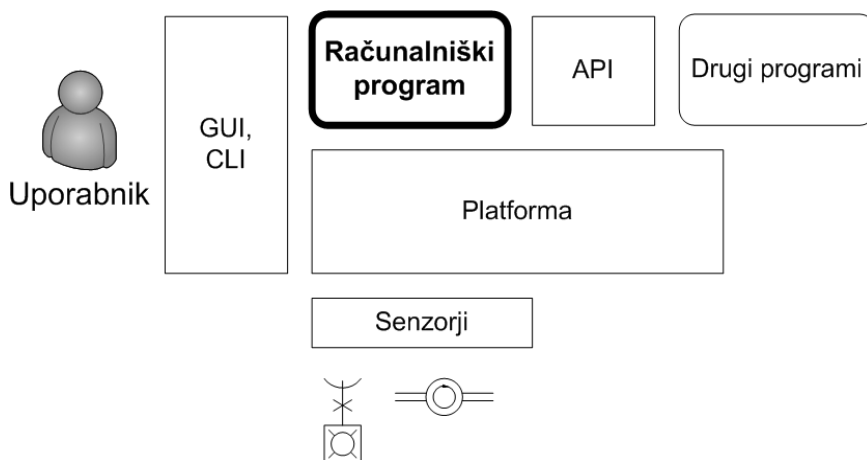
Eden od virov nelinearnosti pri digitalnem viru pa je lahko tudi vključevanje dinamičnih podatkov vanje, npr. današnji datum, ki se vedno nadomesti z aktualno vrednostjo z notranje ure opreme, ali podatek o trenutnih koordinatah (geo-

lokacija), ki se nadomesti z aktualnimi vrednostmi v GPS napravi, ki je sestavni del opreme.

2.5 Nelinearnost in računalniški programi

Pri večpredstavnih vsebinah je nelinearnost tipično omejena na nekaj izbir ali dinamičnih polj, ki pri dolgoročni in trajni hrambi lahko povzročajo manjše ali večje nevšečnosti (npr. ne moremo vnaprej predvideti vseh možnih poti poteka).

Pri (netrivialnem) računalniškem programu pa predstavlja nelinearnost, odzivanje na kompleksnejše vhodne podatke iz okolja, njegovo bistvo. Zato predstavlja trajno ohranjanje računalniškega programa izziv, ki presega trajno hranjenje večpredstavnih digitalnih virov, ki so linearni ali vsebujejo zelo omejene elemente nelinearnosti.



Slika 1: Shema hipotetičnega računalniškega programa in njegovih povezav z okoljem

Slika 1 kaže hipotetičen računalniški program in njegove povezave z okoljem:

- Program teče na neki platformi, npr. urejevalnik besedila Microsoft Word teče na prenosnem računalniku Dell Vostro z operacijskim sistemom Microsoft Windows Vista. Program prek sistemskih klicev komunicira s platformo. Njegovo delovanje je odvisno od delovanja platforme.
- Program prek uporabniškega vmesnika (GUI, CLI) komunicira z uporabnikom (prejema ukaze in prikaže izhod uporabniku). GUI (ang. graphical user interface) je grafični uporabniški vmesnik, kakršnega npr. poznamo iz programa

Microsoft Word, CLI (ang. command line interface) pa je vmesnik z ukazno vrstico, ki je bila npr. značilna v operacijskem sistemu Microsoft DOS (obstaja pa tudi v sodobnih operacijskih sistemih).

- Nekatere platforme (tipično npr. v industrijski računalniški opremi, pa tudi v nekaterih novejših »pisarniških« operacijskih sistemih, npr. Microsoft Windows 7, omogočajo zajem podatkov s t. i. senzorjev, vgrajenih ali priključenih merilnih naprav (npr. geolokacija z GPS, osvetljenost okolja, temperatura ...), in posredovanje teh podatkov »zainteresiranim« programom.
- Prek aplikacijskega programskega vmesnika – API (ang. application programming interface) lahko računalniški programi komunicirajo z drugimi programi. Na tak način npr. lahko na spletni strani uporabimo Google Maps API (<http://code.google.com/intl/sl/apis/maps/index.html>) in pridobimo prikaz zemljevidov na spletni strani.

2.6 Vrste računalniških programov

Računalniške programe lahko razvrstimo na različne načine. Tukaj bomo uporabili razvrstitev v nadaljevanju, brez podrobnejših pojasnil. Namen seznama niti ni celovito naštevanje vrst, temveč zgolj ilustracija, kako so primeri računalniških programov lahko različni.

- Aplikacijska programska oprema – uporabniški program, ki opravlja eno ali več funkcionalnosti za uporabnika, npr. Microsoft Word, nameščen na računalniku, za urejanje besedil, Google Gmail (spletna aplikacija) za delo z elektronsko pošto, NLB Klik (spletna banka).
- Sistemska programska oprema (operacijski sistem, gonilniki naprav, sistemska orodja ...) – npr. operacijski sistemi Microsoft Windows, Linux in MacOS.
- T. i. (ang.) middleware – vmesna programska oprema, ki deluje kot skupni povezovalni sloj več programskih komponent, ki opravljajo vsaka svojo funkcionalnost – npr. Oracle Fusion Middleware.
- Vgradna programska oprema (ang. embedded) – vgrajena v različne krmilnike, merilne naprave – npr. za krmiljenje zavornega sistema v avtomobilu.
- Makro-ji v dokumentih – npr. makroprogram, ki poišče in sešteje zadnje vrstice vseh tabel v dokumentu v urejevalniku besedil.
- Relacijska podatkovna baza – npr. Microsoft SQL Server.

2.7 Obseg trajnega ohranjanja

V naslednjem poglavju bomo predstavili razloge trajne hrambe računalniške programe, pri čemer bomo podrobneje izpostavili le nekaj pristopov. Sicer pa se pristopi razlikujejo glede na to, kaj želimo ohraniti, npr:

- zaslonske slike, sekvence slik, filmi – videz, zvočni učinki (ang. “look and feel”),
- tiskani izpisi,
- sporočila o napakah,
- izvršna koda,
- izvorna koda,
- podatkovni model,
- vsebina podatkovne baze,
- nosilci zapisa za distribucijo programa,
- dokumentacija,
- podatki o okoljih, kjer je bil program uporabljen,
- podatki o razvojnem okolju,
- podatki o napakah in ranljivosti programa,
- zlonamerni programi, ki izkoriščajo ranljivost programa, in
- podatki o zapisih v medijih v povezavi s programom.

2.8 Obstoječe iniciative

V svetu se je že oblikovalo nekaj iniciativ in projektov za trajno ohranjanje računalniških programov, npr.:

- *Computer History Museum – Software Preservation Group* (<http://www.softwarepreservation.org>);
- *Software Preservation Society* (<http://www.softpres.org>), ki se osredotoča primarno na računalniške igre;
- *The Classic Software Preservation Project (CLASP)* (<http://www.archive.org/details/clasp>);
- *Software Sustainability Institute – Preserving Software* (<http://www.software.ac.uk/what%20do%20we%20do/preserving-software>);
- *Software Preservation Wiki at STFC – e-Science* (<http://sigsoft.dcc.rl.ac.uk/twiki/bin/view/Main/WebHome>);
- *Preserving Access to Digital Information (PADI) – Software Archiving* (<http://www.nla.gov.au/padi/topics/412.html>).

3 Razlogi za trajno hrambo računalniških programov

V splošnem lahko ugotovimo, da je motivacija za trajno hrambo računalniških programov v svetu in v Sloveniji precej šibka, saj so morebitne koristi opazne šele na dolgi rok in posredno, dodatno delo in potrebe po virih pa kar obsežni in takojšnji. Vendar menimo, da obstaja vrsta razlogov.

Poslovni razlogi. Iz poslovnih razlogov je program smiselno hraniti, dokler je ta v uporabi in naročnik zanj plačuje vzdrževanje oz. se na drugačen način zagotavljajo sredstva za njegovo vzdrževanje. Ko enkrat ni več rednih prilivov, vezanih na program, ali stroški njegove hrambe presegajo prilive, prenehajo neposredni poslovni razlogi za hrambo takega programa.

Pravni razlogi. Pravni razlogi običajno preživijo poslovne razloge. Določena dejanja, povezana s programom, lahko zahtevajo predložitev računalniškega programa tudi po tem, ko se ne uporablja več. Npr. dokazovanje avtorstva ob morebitni tožbi. Vendar bi tudi iz pravnih razlogov težko upravičili potrebo po trajni hrambi računalniškega programa.

Tehnična "kulturna dediščina". Skrb za tehnično kulturno dediščino bi lahko bil glavni razlog za trajno hrambo določenega računalniškega programa. Npr., če se danes vprašamo, kateri je bil prvi slovenski računalniški program, ali znamo poiskati odgovor na to vprašanje? Katera je bila prva slovenska računalniška igrica? Ali, če se vrnemo k primeru spletne elektronske banke, katera je bila prva spletna elektronska bančna storitev v Sloveniji? Kdo jo je nudil? Kako je izgledala? Kdaj so sledile naslednje? Kako je potekal njihov razvoj skozi čas? S časom bomo takšne informacije nepovratno izgubili, če nihče ne bo pristopil k njihove- mu sistematičnemu zbiranju in ohranjanju.

Analize in primerjave. Trajno ohranjanje računalniškega programa lahko v prihodnosti omogoči različne analize in primerjave (npr., kako je napredovala hitrost, kakšen je bil razvoj nekega tipa programske opreme, ...), za katere danes ne moremo predvideti, da nas bodo nekoč zanimale. Nehvaležna plat take hrambe je, da je potrebno že danes investirati delo in denar v zadeve, ki bodo nekoč morda koristile, ali pa tudi ne. Na drugi strani pa bo računalniške programe, ki bodo izgubljeni, z razumnimi sredstvi dejansko nemogoče v celoti rekonstruirati.

Zainteresirane stranke. Poglejmo še, kdo je ali bi moral biti zainteresiran za trajno ali vsaj dolgoročno hrambo računalniških programov:

- proizvajalci zaradi ohranjanja lastne "tehnične kulturne dediščine" in identitete (ang. corporate identity),

- odgovoren organ za ohranjanje tehnične kulturne dediščine na nacionalni ravni,
- zanesenjaki, to je verjetno skupina posameznikov, ki danes edina izkazuje resničen interes za trajno ohranjanje računalniških programov,
- uporabniki – npr. organizacije, ki določen program uporabljajo in je zanje pomemben; zanje bi bila hramba zanimiva v kontekstu hrambe zapisov o svojih procesih.

3.1 Primer: Virtualni muzej slovenskega e-bančništva

Za ilustracijo in lažje razumevanje bomo uporabili primer aplikacije za elektronsko (spletno) bančništvo, ki nudi uporabniku:

- storitev na daljavo prek elektronske komunikacijske poti (internet, mobilna telefonija ...),
- vpogled v bančne račune (stanja, promet, lastnosti),
- možnost plačevanja s plačilnimi nalogi, trajnimi nalogi, direktnimi bremenitvami in e-računi,
- spremljanje in upravljanje računov (pooblastila ipd.).

Če bi se našla ustreznost kombinacija interesa, prostega časa, znanja in pokroviteljev, bi lahko vzpostavili virtualni muzej slovenskega e-bančništva. Kot avtor članka to temo predlagam, ker sem bil večino svoje dosedanje poklicne kariere tako ali drugače povezan z razvojem e-bančnih storitev. V njem bi lahko na primerno strukturiran način hranili podatke in gradivo o elektronskih bančnih storitvah v Sloveniji skozi čas. Med teme bi npr. sodile:

- prva slovenska e-bančna storitev,
- prva slovenska e-bančna storitev z možnostjo pošiljanja plačilnih nalogov,
- druge zgodnje e-bančne storitve in njihov razvoj skozi čas,
- splošen pregled razvoja storitev in tehnologije po slovenskih bankah skozi čas,
- zgodovinski pregled javno objavljenih podatkov o zlorabah, povezanih z elektronskim bančništvom,
- drugi zapisi v digitalni obliki, ki doprinejajo k razumevanju razvoja e-bančništva pri slovenskih bankah.

Za tehnično realizacijo bi lahko uporabili odprto platformo (npr. TWiki – the Open Source Enterprise Wiki and Web 2.0 Application Platform (<http://twiki.org/>), FedoraCommons (<http://fedora-commons.org/>)).

4 Analiza pristopov k trajnem ohranjanju računalniških programov

V tem poglavju bomo poskušali ovrednotiti različne pristope, tudi glede na vidik oz. obseg zajema, k trajnem ohranjanju računalniških programov. Osnovno vodilo pri hrambi je, da želimo ohraniti tudi vso logiko odzivanja programa na vhode iz okolja. To je bistvena kvaliteta, ki jo ima računalniški program v primerjavi s »pasivnim« dokumentarnim gradivom. Namen ni podajanje dokončne ocene o primernosti in neprimernosti posameznega pristopa, temveč osvetlitev njegovih prednosti in pomanjkljivosti. Vključili bomo tudi opise nekaterih ovir pri trajnem ohranjanju računalniških programov.

4.1 Vključitev v elektronski sistem upravljanja dokumentov

Veliko elementov računalniškega programa lahko trajno ohranimo tako, da jih zajamemo in vključimo v elektronski sistem upravljanja z dokumenti, ob upoštevanju dobrih praks in predpisov za dolgoročno hrambo (npr. uporaba primernih formatov, osveževanje, ...). Splošna prednost tega pristopa je, da z elektronskim sistemom upravljanja dokumentov, ki je že uveljavljen pristop za dolgoročno hrambo digitalnih virov, pokrijemo hrambo številnih elementov računalniškega programa. Uporabnik za prikaz teh elementov praviloma ne potrebuje posebne opreme ali infrastrukture.

Pomanjkljivost tega pristopa pa je, da izključno na ta način ne moremo ohraniti vse logike odzivanja programa na vhode iz okolja. Na ta način lahko ohranimo naslednje elemente, povezane z računalniškim programom:

- Izbrane zaslonske slike, sekvence slik, filme – videz, zvočni učinki, (ang. "look and feel"),
 - več elementov pomeni boljšo »pokritost« programa, hkrati pa več dela z zajemom; to velja za večino vrst elementov,
- tiskane izpise,
- sporočila o napakah,
- izvršno kodo,
 - hramba več različic izvršne, pa tudi izvirne kode lahko pomeni velike prostorske potrebe,
 - uporabnik, ki ima ustrezno infrastrukturo (platformo, emulator, virtualno okolje ...), lahko izvršno kodo tudi požene,
- izvorno kodo,
- podatkovni model,

- napake (angl. bugs)
- dokumentacijo,
- strukturirano zapisane podatke:
 - o okoljih, kjer je bil program uporabljen,
 - o razvojnem okolju,
- zapise v medijih v povezavi s programom – npr. časopisne članke, pomembne objave v forumih.

Primer takega pristopa, kjer se hranijo časovni preseki spletnih strani Internet Archive Wayback Machine (<http://www.archive.org/web/web.php>).

4.2 Vsebina podatkovne baze

Ohranitev vsebine podatkovne baze je pomemben element trajne hrambe v kontekstu aplikacij, ki uporabljajo večravninsko (ang. multi-tier) strukturo, kjer je eden od slojev podatkovna baza. Poleg podatkovnega modela (struktura tabel v bazi) je potrebno skupaj s programom ohraniti vsaj sistemske podatke, ki jih program uporablja. Za praktičen prikaz delovanja programa pa je potreben tudi realističen nabor vsebinskih podatkov.

Dolgoročno ohranjanje vsebine podatkovnih baz je bolje obdelano kot ohranjanje samih računalniških sistemov. Rešitve navadno temeljijo na pretvorbi baz v XML obliko in vključitvi v elektronski sistem upravljanja dokumentov. O vprašanju ohranjanja podatkovne baze se je razpravljalo v okviru različnih projektov (Ribeiro in David, 2009; Bernstein, 2008), leta 2007 pa je bila v ZDA izvedena mednarodna delavnica na to temo (International, 2007).

4.3 Hramba virtualnih slik celotnega računalnika

Uveljavljene tehnologije za virtualizacijo računalniških sistemov (VMWare, Oracle VirtualBox, Microsoft Virtual PC in HyperV) (Virtualization, 2010) lahko v precejšnji meri izkoristimo za dolgoročno hrambo računalniških programov. Na ta način lahko kot virtualne slike (ang. virtual image) celotnega računalnika ali več računalnikov ohranimo:

- izvršno kodo računalniških programov,
- razvojno okolje, skupaj z izvorno kodo ali ločeno od nje,
- informacijsko-komunikacijsko okolje, v kakršnem je bil program uporabljen,

- skoraj vse, kar lahko hranimo v elektronskem sistemu upravljanja dokumentov – le bistveno manj učinkovito.

Prednost tega pristopa je zmožnost reprodukcije izvajanja računalniškega programa. Temeljni izziv tega pristopa pa je dolgoročno oz. trajno zagotavljanje zmožnosti izvajanja virtualnih slik oz. zmožnost pretvarjanja iz virtualnih oblik, za katere lahko pričakujemo slabšo podporo v prihodnosti, v oblike s pričakovano boljšo podporo. Obstaja precejšnja nevarnost, da se z začetno izbiro tehnologije »priklenemo« na določenega ponudnika tehnologije (ang. vendor lock-in). Operativno težavo pri uporabi tega pristopa lahko predstavljata tudi velika obsežnost virtualnih slik (zlasti, če jih hranimo verzionirano).

4.4 Uporaba emulatorjev

Emulatorji omogočajo izvajanje programov na zastarelih računalniških platformah, kjer programski emulator nadomesti zastarelo strojno opremo, navadno pa emulator vključuje tudi sistemsko programsko opremo. Koncept emulatorjev je soroden konceptu hrambe virtualnih slik. Emulator je nekako enakovreden virtualni sliki določenega tipa računalnika oz. operacijskega sistema.

Koncept emulacije za namene dolgoročne hrambe je podrobneje razdelan v kontekstu univerzalnega virtualnega računalnika (ang. universal virtual computer – UVC) (Universal, 2010). Po podatkih iz leta 2009 je pristop trenutno praktično uporaben za hrambo statičnih digitalnih virov, potekajo pa raziskave v smeri njegove uporabe za hrambo računalniških programov in drugih nelinearnih digitalnih virov.

Emulacijo kot pristop k trajni hrambi podrobneje obravnava tudi Granger (2000) v članku *Emulation as a digital preservation strategy*. Prednost emulacije je, podobno kot pri virtualizaciji, zmožnost reprodukcije funkcionalnosti računalniškega programa. Namesto dela za pretvorbo zastarelih formatov zapisov v sodobnejše pri uporabi emulatorjev delo vložimo v razvoj emulatorja. To je v grobem smiselno, kadar imamo veliko elementov v formatih, ki bi jih morali pretvarjati.

4.5 Podatki o napakah, varnostnih ranljivostih in izkoriščanjih ranljivosti

Z vidika programsko-inženirske in informacijsko-varnostne stroke so zgodovinsko zanimive pomembnejše napake, varnostne ranljivosti in morebitni primeri

zlonamernih izkoriščanj teh ranljivosti. Napake (ang. bug) so nepogrešljiv del programerske kulture, okrog nekaterih se napletejo neverjetne zgodbe. Zmožnost trajne reprodukcije napake je vezana na hrambo različic izvršne kode in njenega izvajanja: ohranitev pomanjkljive različice, testnega primera in testnih podatkov.

Zgodovinsko je lahko zanimiva tudi ohranitev zapisov o njenem odpravljanju. Ker gre pri napakah tudi za osebo, ki je napako napravila, je potrebno skrbno tehtanje interesa varstva osebnih podatkov vpletenih programerjev in ohranjanja tehnične kulturne dediščine. Poseben izziv je hramba zlonamerne programske opreme (npr. virusov, ki napadajo določen program), saj je potrebno preprečiti njihovo nekontrolirano širjenje. Primer zbirke zlonamernih programov je na spletni strani *Offensive Computing* (<http://www.offensivecomputing.net>).

4.6 Nosilci zapisa

Sami nosilci zapisa, če gre za izvirnike, so nedvomno zanimiv predmet v kontekstu dolgoročne hrambe računalniških programov. S časom izgubljajo na kvaliteti, zato ohranijo le še vizualni učinek, programov pa z njih ni več možno prebrati. Za parcialno hrambo vizualne podobe jih lahko tudi skeniramo ali fotografiramo in shranimo posnetke v elektronski sistem upravljanja dokumentov.

4.7 Avtorske pravice in poslovne skrivnosti

Eden od izzivov pri dolgoročni hrambi računalniških programov je tudi pravne narave, namreč, ali lahko za potrebe arhivistične narave napravimo kopijo programa? Vprašanje nima univerzalnega odgovora, vendar je odgovor v določenih okoliščinah pritrđen (prim. z Internet, 2010). Kdaj prenehajo avtorske pravice in poslovne skrivnosti, ki so lahko ovira za javno objavljanje in trajno hrambo s strani tretjih oseb? Tu so razlike med državami in pravnimi ureditvami, vendar se glede na zgodovinsko umeščenost računalništva to obdobje še ni začelo, zato se v podrobnosti ne bomo spuščali.

Na kakšen problem bi npr. utegnili naleteti na primeru virtualnega muzeja elektronskega bančništva na Slovenskem? Predpostavimo, da bi določena banka želela objaviti izvorno kodo zastarele rešitve za e-bančništvo. Del izvorne kode stare rešitve, ki bi jo vključili v virtualni muzej, lahko vsebuje aktualne avtorske pravice in poslovne skrivnosti. Izvorna koda lahko npr. vsebuje ranljivosti. Taka ranljivost v objavljeni izvorni kodi, čeravno zastareli, ima potencialno negativen vpliv na dobro ime proizvajalca. Poleg tega je vzorec ranljivosti lahko prenesen v aktualne rešitve.

4.8 Ohranjanje nefunkcionalnih zahtev

Poseben izziv predstavlja hramba nefunkcionalnih zahtev. Kako bi npr. lahko trajno ohranili dejstvo, da je nek računalniški program v določeni organizaciji deloval v načinu visoke razpoložljivosti? Med zgoraj navedenimi pristopi bi lahko uporabili hrambo metapodatkov o infrastrukturi in tehnologiji za zagotavljanje visoke razpoložljivosti, celotne virtualizirane računalnike in druge naprave (npr. omrežna stikala).

5 Zaključek

Celovita trajna in dolgoročna hramba računalniških programov je v Sloveniji zagotovo podhranjena tema v okviru dolgoročne digitalne hrambe, in vprašanje je, če ni na tem področju za nacionalno tehnično kulturno dediščino že nastala nepo-pravljiva škoda. Področje ni niti zakonodajno urejeno, programe bi npr. lahko vključili tudi v okvir *Zakona o obveznem izvodu publikacij* (2006), temveč je prepuščeno posameznim zanesenjacom, zato bi bilo prav, da se začne ta vprašanja urejati strokovno in sistematično.

Navedeni viri

1. Ribeiro, C. in David, G. (2009). *Database preservation*. Pridobljeno 19. 8. 2010 s spletne strani: http://www.digitalpreservationeurope.eu/publications/briefs/database_preservation_riberio_david.pdf
2. Bernstein, A. (2008). *Database preservation: the international challenge and the Swiss solution*. Pridobljeno 19. 8. 2010 s spletne strani: http://www.digitalpreservationeurope.eu/publications/briefs/database_preservation.pdf
3. *International workshop on database prevention*. (2007). Pridobljeno 19. 8. 2010 s spletne strani: <http://homepages.inf.ed.ac.uk/hmueller/presdb07/program.html>
4. *Virtualization*. (2010). Pridobljeno 19. 8. 2010 s spletne strani: <http://en.wikipedia.org/wiki/Virtualization>
5. *Universal Virtual Computer*. (2010). Pridobljeno 19. 8. 2010 s spletne strani: http://en.wikipedia.org/wiki/UVC-based_preservation

6. Granger, S. (2000). Emulation as a digital preservation strategy. *D-lib Magazine*, 6 (10). Pridobljeno 19. 8. 2010 s spletne strani: <http://www.dlib.org/dlib/october00/granger/10granger.html>
7. *Internet Archive gets DMCA exemption to help archive vintage software.* (2010). Pridobljeno 19. 8. 2010 s spletne strani: <http://www.archive.org/about/dmca.php>
8. Zakon o obveznem izvodu publikacij (ZOIPub). (2006). *Uradni list RS*, št. 69.
9. Zakon o varstvu dokumentarnega in arhivskega gradiva ter arhivih (ZVDAGA). (2006). *Uradni list RS*, št. 30.

Tadej Vodopivec je zaposlen v ComTrade d.o.o.

Naslov: Litijska 51, 1000 Ljubljana

Naslov elektronske pošte: tadej.vodopivec@comtrade.com