Digitalna forenzika

Andrej Brodnik

Računalnik

poglavje 15

- pričakovano predznanje:
  - arhitektura računalnikov
  - osnove delovanja (BIOS)
  - operacijski sistem
  - sekundarni pomnilnik (disk) in njegova organizacija
  - datotečni sistemi

Zagon računalnika

- koraki ob zagonu računalnika
- ob zagonu se sproži BIOS (*Basic Input Output System*)
  - Open Firmware (Mac PowerPC), EFI (Mac Intel), Open Boot PROM (Sun), …
- ta naredi POST (*Power On Self Test*)

- podatki o delovanju so shranjeni v xROM
- včasih geslo ščiti podatke – dobiti geslo od uporabnika

Zagon računalnika ...

- primer *Moussawi*:

  Računalnik je bil zelo dolgo shranjen in se je spraznila baterija na matični plošči.
  Dostop bil mogoč s pomočjo podatkov, ki jih so jih pridobili še pred tem, ko je zmanjkalo napajanja.

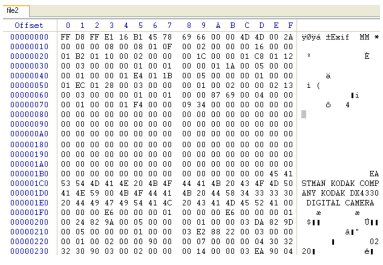
- pomembno kako so podatki kodirani
  - ASCII, …
  - tanki debeli konec
- kaj se zgodi, če odneseš disk na drug računalnik

Format datoteke

- datoteke imajo na začetku posebne podpise (www.garykessler.net/library/file_sigs.html)
- jpg: *FF D8 FF E0*,ali *FF D8 FF E3*
- gif: *47 49 46 38 37 61* ali *47*, ali *49 46 38 39 61*
- doc: *D0 CF 11 E0 A1 B1 1A E1*

Format datoteke –primer

- jpeg zakodirana exif (*Exchangeable image file format*) datoteka



Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00000000	FF	D8	FF	E1	16	B1	45	78	69	66	00	00	4D	4D	00	2A
00000010	00	00	00	08	00	08	01	0F	00	02	00	00	00	16	00	00
00000020	01	B2	01	10	00	02	00	00	00	1C	00	00	01	C8	01	12
00000030	00	03	00	00	00	01	00	01	00	00	01	1A	00	05	00	00
00000040	00	01	00	00	01	E4	01	1B	00	05	00	00	00	01	00	00
00000050	01	EC	01	28	00	03	00	00	00	01	00	02	00	00	02	13
00000060	00	03	00	00	00	01	00	01	00	00	87	69	00	04	00	00
00000070	00	01	00	00	01	F4	00	00	09	34	00	00	00	00	00	00
00000080	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00000090	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
000000A0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00000180	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00000190	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
000001A0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
000001B0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	45	41
000001C0	53	54	4D	41	4E	20	4B	4F	44	41	4B	20	43	4F	4D	50
000001D0	41	4E	59	00	4B	4F	44	41	4B	20	44	58	34	33	33	30
000001E0	20	44	49	47	49	54	41	4C	20	43	41	4D	45	52	41	00
000001F0	00	00	00	E6	00	00	00	01	00	00	00	E6	00	00	00	01
00000200	00	24	82	9A	00	05	00	00	00	01	00	00	03	DA	82	9D
00000210	00	05	00	00	00	01	00	00	03	E2	88	22	00	03	00	00
00000220	00	01	00	02	00	00	90	00	00	07	00	00	00	04	30	32
00000230	32	30	90	03	00	02	00	00	00	14	00	00	03	EA	90	04

Format datoteke

- datoteka je lahko gnezdena v drugi datoteki
  - poiščemo datoteko
  - jo lahko označimo in prepišemo (*copy-paste*)
  - ali uporabimo orodje **dd**
- temu postopku rečemo obrezovanje / klesanje (*carving*)
- druga orodja:
  - scalpel (http://www.digitalforensicssolutions.com/Scalpel/), DataLifter (http://www.datalifter.com/)
  - EnCase (http://www.guidancesoftware.com/forensic.htm), FTK (Forensic Toolkit, http://accessdata.com/products/computer-forensics/ftk), X-Ways (http://www.x-ways.net/)

Izrezovanje

- na koncu dobimo samo vsebino in ne meta-podatkov iz imenika
- drugi problem je, da so lahko podatki razmetani po disku
  - Adroit (http://digital-assembly.com/products/adroit-photo-forensics/)

Format datoteke – izziv

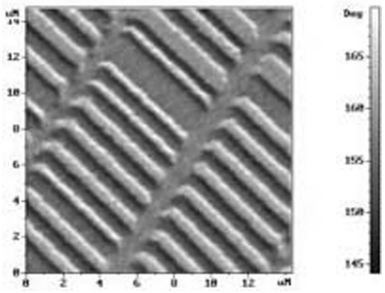
- *Izziv:* vgnezdite v eno datoteko drugo datoteko ter jo objavite na forumu. Nato naj drugi kolegi poiščejo vgnezdeno datoteko ter jo izluščijo. Pri tem uporabite orodje dd ali kakšno od orodij omenjenih na prejšnji strani.
- *Izziv:* sedaj pa razpršite datoteko v več kosov in vsakega vstavite v drugo datoteko ter vse objavite na forumu. Ponovno naj kolegi poiščejo vaše porazdeljene kose.

Shramba podatkov in skrivanje

- V/I enote so priključene na računalnik preko:
  - vodila (IDE, ATA, SATA; SCSI, firewire)
  - vmesnika (*controller*)
- vmesniki so lahko tudi pametni
  - SMART (*Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology*)
  - hrani statistike dostopov in ostali podobni podatki
  - običajno niso pomembni za forenzično raziskavo

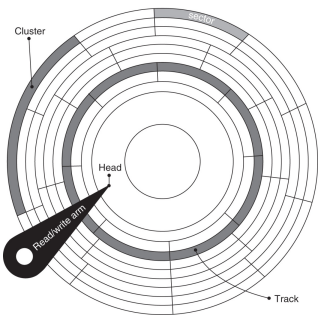
Shramba podatkov in skrivanje

- podatke trajno običajno hranimo na disku
- kako izgleda trdi disk?



Shramba podatkov in skrivanje

- kako je organiziran disk?
  - plošče, sledi (cilindri), sektorji, gruče
- na prvi sledi, prvem sektorju so nadzorni podatki (MBR, *master boot record*)
  - velikost (geometrija), slabi bloki, particije, ...
- kako izgleda organizacija pri SSD?

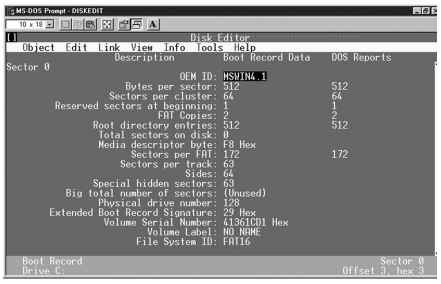


Shramba podatkov in skrivanje

- *Izziv:* poiščite orodje anadisk in poglejte kaj zna in zmore početi.
- *Izziv:* kakšna je struktura MBR? Sestavite svoj MBR in ga objavite v forumu.

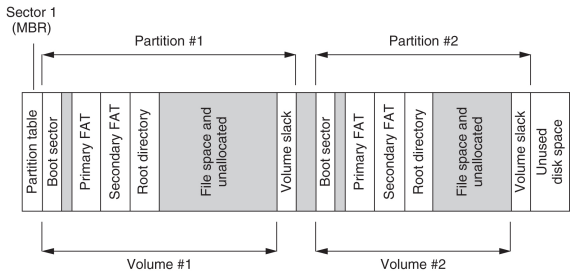
Shramba podatkov in skrivanje

- pogled v bot sektor Windows95 stroja z orodjem Norton DiskUtils



Shramba podatkov in skrivanje

- poenostavljena organiziranost diska z datotečnim sistemom FAT



Shramba podatkov in skrivanje

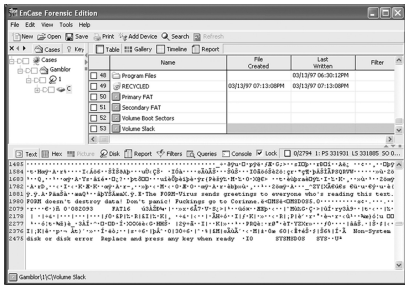
- particija, volumen, snopič/del
- v njej datotečni sistem
- lahko tudi brez datotečnega sistema

Shramba podatkov in skrivanje

- skrivanje podatkov zaradi notranje in zunanje fragmentacije:
  - skrivanje znotraj sektorja (bloka) – težko in neobičajno
  - skrivanje znotraj gruče
  - skrivanje znotraj particije (particije se običajno začnejo na začetku sledi
  - skrivanje particije
- kriptiranje particije
- servisni podatki: DCO (*Drive/device configuration overlay*) in HPA (*Host/hidden protected area*) – http://www.forensicswiki.org/wiki/DCO_and_HPA

Shramba podatkov in skrivanje

- virus skrit v praznem koncu particije (*volume slack*)



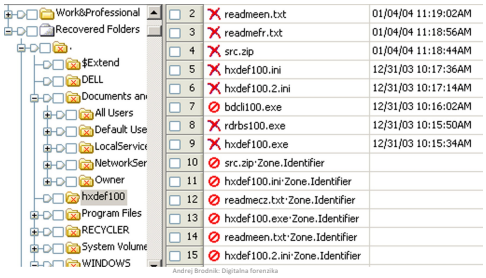
Shramba podatkov in skrivanje

- ko je datoteka izbrisana, podatki ne izginejo
- tudi, ko formatiramo disk, podatki ne izginejo
  - poglejte orodje **`fdisk`**
- rezultat obeh operacij je pravilen datotečni sistem in kopica praznih blokov

- orodja: **`sleuthkit`** (http://www.sleuthkit.org/), Norton DiskEdit, …

Shramba podatkov in skrivanje

- primer rekonstrukcije datotek na sveže formatiranem disku z orodjem EnCase

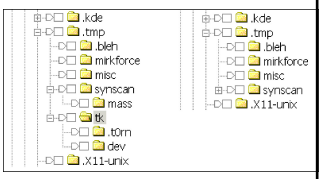


Shramba podatkov in skrivanje

- *Izziv:* poglejte kako izgleda MBR in boot sektor na vašem računalniku z ustreznim orodjem. Poročajte o tem na forumu.
- *Izziv:* preverite konfiguracijo vašega diska.

Skrivanje podatkov

- skrivanje particij
  - orodje Test Disk (http://www.cgsecurity.org/)
- na ravni datotek
  - skrivanje datotek: npr. MS Windows: *attrib +H* in *dir/AH*
  - parlament.jpg -> test.exe
  - sliko v predstavitev (ppt)
- najnovejša orodja



Gesla in kriptiranje

- orodja za razbijanje in iskanje gesel
  - Password Recovery Tool – PRTK in Distributed Network Attack – DNA (http://accessdata.com/products/computer-forensics/decryption)
  - John the Ripper (www.openwall.com/john/)
  - Cain and Abel (www.oxid.it/cain.html)
  - Advanced Archive Password Recovery (www.elcomsoft.com/azpr.html)

Gesla in kriptiranje

- več o kriptiranju in kriptografiji kasneje
- nekaj primerov
  - orodje caesar, rot13
  - podpora za PGP
  - orodje crypt

OS Windows

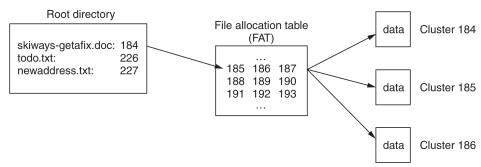
poglavje 17

- datotečni sistemi
- reševanje podatkov
- zabeležke (*log files*)
- register
- komunikacijske sledi

OS Windows – datotečni sistemi

- dva osnovna sistema FAT (*File Allocation Table*) in NTFS (*New Technology File System*)
- FAT
  - razvit najprej za gibke diske (diskete)
  - FAT12, FAT16, FAT32

Datotečni sistem FAT



- FATxx je povezan seznam indeksov gruč, v katerih je shranjena posamezna datoteka
- xx pomeni število bitov uporabljenih za indeks
- 12 = 2^{12} = 4096, 16 = 2^{16} = 65.536, 32 = 2^{28} = 268.435.456

Datotečni sistem FAT

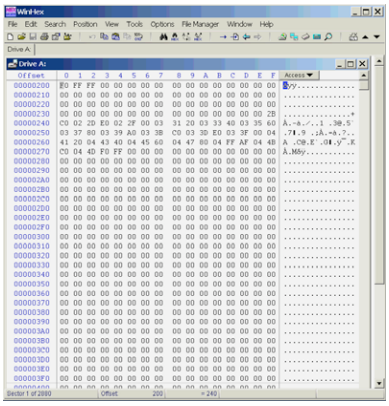
hunter-floppy

\

Name	Type	Size	Created	Modified	Accessed	Attr.	1st sector
(Root directory)		7.0 KB					19
april		0.5 KB	05/08/2003 14:41:44	05/08/2003 14:41:44	05/08/2003		188
greenfield.do	do	19.5 KB	05/08/2003 14:43:00	05/08/2003 14:34:16	05/12/2003	A	306
contacts.xls	xls	16.5 KB	05/08/2003 14:43:15	02/18/2001 12:49:16	05/12/2003	RA	345
skiways-getafix.doc	doc	21.0 KB	05/13/2003 12:32:00	05/13/2003 11:58:10	05/13/2003	A	215
todo.txt	txt	122 B	05/13/2003 12:37:54	05/13/2003 12:40:48	05/13/2003	A	257
newaddress.txt	txt	122 B	05/13/2003 12:42:17	05/13/2003 12:42:18	05/13/2003	A	258
Boot sector		0.5 KB					0
FAT 1		4.5 KB					1
FAT 2		4.5 KB					10
Free space		1.4 MB					
Idle space							

- pogled korena datotečnega sistema na gibkem disku s pomočjo programa X-Ways
- hrani čas tvorjenja in zadnje spremembe a le datum zadnjega dostopa

FAT



Datotečni sistem FAT

- *Izziv:* sami poglejte kako izgleda FAT na vašem disku. Poglejte še posebej tiste gruče, ki so prazne – niso del nobenega datotečnega sistema.

Datotečni sistem NTFS

- sodobnejši datotečni sistem
  - vse je v datotekah
  - podatke o datotekah hrani v sistemskih datoteki $MFT
  - imenik je samo datoteka (B drevesna struktura)
  - je dnevniški datotečni sistem (*journal*) in hrani transakcije nad datoteko v sistemski datoteki $LogFile
- podpira več funkcionalnosti glede datotek
  - pravica dostopa (*ACL – Access Control List*)
- bolje varovan, saj hrani kopije podatkov o datotečnem sistemu na večih mestih ($MFTMirr)

Datotečni sistem NTFS

File Record	Filename	Description
0	$MFT	Master File Table
1	$MFTMirr	A backup copy of the first 4 records of the MFT
2	$LogFile	Log File for CHKDSK
3	$Volume	Volume Name, Serial Number etc...
4	$AttrDef	Definitions of every Attribute
5	. (dot)	Root directory of the disk
6	$Bitmap	Map of used and unused clusters
7	$Boot	Boot record of the volume
8	$BadClus	List of bad clusters on the partition
9	$Secure	Security Descriptors for each file
10	$UpCase	Table of uppercase characters used for conversion
11	$Extend	Directory for the last four Metafiles.
12-23	UNUSED	Marked in use, or not in use, but empty.
Any	$ObjId	Unique Object IDs given to every file
Any	$Quota	Disk space usage quota information
Any	$Reparse	Reparse point information
Any	$UsnJrnl	NTFS USN Journal (for encryption)

Table 3.1.1 – NTFS 3.0+ Metafiles

Datotečni sistem NTFS

- *Izziv:* poiščite v svojem NTFS sistemu gruče, ki so prazne (neuporabljene) in nato poglejte njihovo vsebino.

NTFS – $MFT

- primer enega zapisa v $MFT
- zapis sestoji iz prilastkov (*attributes*)
- zapis je velik 1kB
- če je datoteka majhna, se hrani kar v zapisu
- pri brisanju samo zastavica in potem se zapis ponovno uporabi

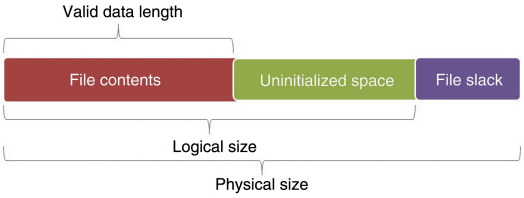
Pointed to by file:
E:\review.pgd
File Type:
data
MD5 of content:
19d5080d78a38b3852b7f466ef9be6a
SHA-1 of content:
322fc024cbd2c38ba46c462c1970cbc13d8473b
Details:
MFT Entry Header Values:
Entry: 29 Sequence: 1
$LogFile Sequence Number: 16842551
Allocated File
Links: 1

$STANDARD_INFORMATION Attribute Values:
Flags: Archive
Owner ID: 0 Security ID: 260
Created: Tue Mar 6 21:24:51 2007
File Modified: Wed Mar 7 19:16:13 2007
MFT Modified: Wed Mar 7 19:16:13 2007
Accessed: Wed Mar 7 19:16:13 2007

$FILE_NAME Attribute Values:
Flags: Archive
Name: review.pgd
Parent MFT Entry: 5 Sequence: 5
Allocated Size: 0 Actual Size: 0
Created: Tue Mar 6 21:24:51 2007
File Modified: Tue Mar 6 21:24:51 2007
MFT Modified: Tue Mar 6 21:24:51 2007

NTFS – iskanje podatkov

- pri datoteki obstaja pojem fizične velikosti velikosti (gruče), logične velikosti (zapis v imeniku) in pojem konca datoteke (EOF)



NTFS – MFT zapis

- pogled na MFT zapis in razlika med obema velikostima

```
0C07F5000  46 49 4C 45 30 00 03 00  31 43 0C 8F 00 00 00 00  FILE0   1C ▮
0C07F5010  03 00 02 00 38 00 01 00  E0 01 00 00 04 00 00 00      8   à
0C07F5020  00 00 00 00 00 00 00 00  05 00 00 00 D4 1F 00 00                Ô
0C07F5030  02 00 00 00 00 00 00 00  10 00 00 00 60 00 00 00                `
0C07F5040  00 00 00 00 00 00 00 00  48 00 00 00 18 00 00 00        H
0C07F5050  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  H Æw ¨ÅÊ H Æw ¨ÅÊ
0C07F5060  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  28 D3 9A 7A A8 C5 CA 01  H Æw ¨ÅÊ (Ó▯z ¨ÅÊ
0C07F5070  20 00 00 00 00 00 00 00  00 00 00 00 00 00 00 00
0C07F5080  00 00 00 00 69 01 00 00  00 00 00 00 00 00 00 00      i
0C07F5090  00 00 00 00 00 00 00 00  30 00 00 00 70 00 00 00              0   p
0C07F50A0  00 00 00 00 00 00 03 00  52 00 00 00 18 00 01 00              R
0C07F50B0  E6 24 00 00 00 00 01 00  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  æ$      H Æw ¨ÅÊ
0C07F50C0  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  H Æw ¨ÅÊ H Æw ¨ÅÊ
0C07F50D0  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  00 00 00 00 00 00 00 00  H Æw ¨ÅÊ
0C07F50E0  00 00 00 00 00 00 00 00  20 00 00 00 00 00 00 00
0C07F50F0  08 02 43 00 4D 00 44 00  4C 00 41 00 42 00 7E 00    C M D L A B ~
0C07F5100  32 00 73 00 65 00 74 00  30 00 00 00 88 00 00 00  2 s e t 0   ▮
0C07F5110  00 00 00 00 00 00 02 00  6A 00 00 00 18 00 01 00              j
0C07F5120  E6 24 00 00 00 00 01 00  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  æ$      H Æw ¨ÅÊ
0C07F5130  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  H Æw ¨ÅÊ H Æw ¨ÅÊ
0C07F5140  48 08 C6 77 A8 C5 CA 01  00 00 00 00 00 00 00 00  H Æw ¨ÅÊ
0C07F5150  00 00 00 00 00 00 00 00  20 00 00 00 00 00 00 00
0C07F5160  14 01 63 00 6D 00 64 00  4C 00 61 00 62 00 73 00    c m d L a b s
0C07F5170  2D 00 73 00 65 00 74 00  76 00 61 00 6C 00 69 00  - s e t v a l i
0C07F5180  64 00 64 00 61 00 74 00  61 00 00 00 00 00 00 00  d d a t a
0C07F5190  80 00 00 00 48 00 00 00  01 00 00 00 00 00 04 00  ▮   H
0C07F51A0  00 00 00 00 00 00 00 00  00 00 00 00 00 00 00 00
0C07F51B0  40 00 00 00 00 00 00 00  00 10 00 00 00 00 00 00  @
0C07F51C0  00 04 Logical Size 00 00 00  E8 03 Valid Data Length 0 00                è
0C07F51D0  31 01 CE AB 03 00 01 00  FF FF FF FF 82 79 47 11  1 Î«    ÿÿÿÿ▮yG
```

NTFS – iskanje podatkov

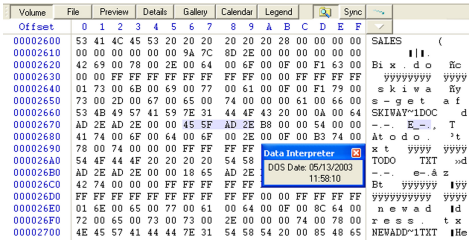
- v imeniku lahko obstajajo datoteke z enakimi imeni

Datotečni sistem NTFS

- *Izziv:* katere gruče sestavljajo vašo datoteko?
- *Izziv:* poiščite zaseden a neuporabljen del vaše datoteke (na katerih gručah) in kaj v njem.
- *Izziv:* Kaj se zgodi, če naredimo 1000 datotek, jih nato 1000 pobrišemo in delamo naprej?

Kodiranje časa pri datotekah

- FAT: 1.1.1980 + LLLLLLLM MMMDDDDD hhhhhmmm mmmssssss



Kodiranje časa pri datotekah

- FILETIME
  - 64 bitni zapis
  - vrednost = 1.1.1600 + število * 100ns

NTFS – sledi datotek

- različne operacije različno vplivajo na zabeležene čase v imeniku (tvorjenje – TV, zadnji dostop – ZD, zadnja sprememba – ZS, zapis spremenjen (NTFS) – VS):
  - premik datoteke v snopiču: ne vpliva na nič
  - premik datoteke v drugi snopič: TV, ZD, VS
  - kopiranje datoteke (ciljna datoteka): TV, ZD, VS
  - odreži&prilepi (*cut&paste*): ZD(*)
  - primi&potegni (*drag&drop*): ZD(*)
  - zbriši: ZD, VS
- posebnosti:
  - datoteka na palčki, lahko preko scp/...: TV > ZS
  - pri brisanju imenika, se podatki o datotekah ne spreminjajo

NTFS – sledi datotek ...

- vsebina pisarniških datotek vsebuje metapodatke iz imenika
  - *Shrani kot*: če na isto datoteko, gre dejansko za prepis in ne za tvorjenje nove datoteke v imeniku, ne pa v datoteki
- tiskanje najprej prepiše datoteko v poseben imenik ter jo šele nato natisne
  - *C:\Windows\Spool\Printers*, *C:\WinNT\System32\Spool\Printers*
  - tudi, ko tiskamo spletno vsebino ipd.

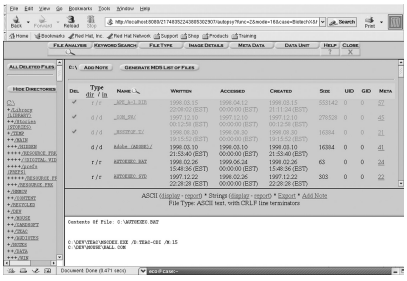
NTFS – sledi datotek ...

- *Izziv:* najdite datoteko, ki ima čas tvorjenja večji od časa zadnje spremembe.
- *Izziv:* Kaj lahko rečete, če ima nekdo takšno datoteko na sistemu in ima čas zadnjega dostopa enak času tvorjenja?
- *Izziv:* kaj je to EMF način tiskanja? Kaj se v tem primeru shrani v datoteki tiskalniške vrste (*spooler*)?

Reševanje podatkov

- reševanje izbrisanih datotek
  - različna orodja, ki jih lahko poganjamo na Windows OS

- orodje SleuthKit v kombinaciji z Autopsy Browser omogoča celo pregledovanje preko brskalnika (http://www.sleuthkit.org/autopsy/)

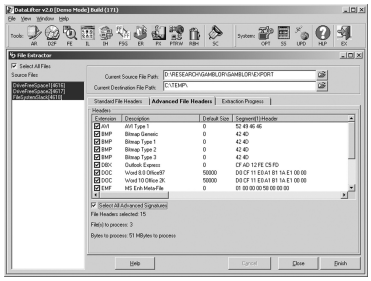


Reševanje podatkov ...

- *Izziv:* namestite sleuthkit in Autopsy Browser in poiščite izgubljene datoteke.

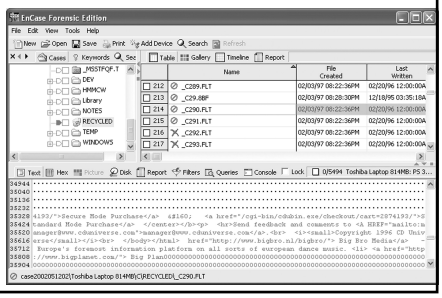
Reševanje podatkov ...

- iskanje izgubljenih datotek iz velike neoblikovane gmote
  - enako kot obrezovanju datotek
- orodje DataLifter: iščemo izgubljeno datoteko iz dveh gmot praznega prostora in enega preostanka datotečnega sistema



Reševanje podatkov ...

- če majhna datoteka prepiše veliko, lahko večino velike datoteke rekonstruiramo
- enCase: primer nakupoval-nega vozička v CD Universe, ki se je znašel v preostanku datotečnega prostora



Zabeležke (*log files*)

- operacijski sistem (odvisno od nastavitev) beleži marsikaj
  - dostopi do virov,
  - pojavljanje in brisanje virov,
  - napake itd.
- shranjene na *%systemroot%\system32\config* (*c:\winnt\...*)
  - različne zabelžke v različnih datotekah: *Appevent.evt*, *Secevent.evt*, *Sysevent.evt*

Zabeležke

- *Izziv:* preverite format evt datoteke in poglejte, kdaj v njih, kdaj ste se prijavili v sistem.

Register

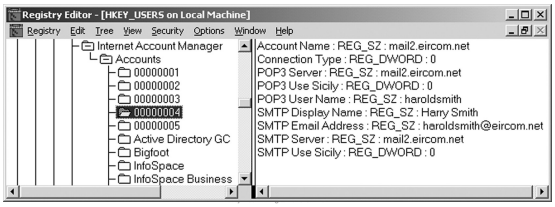
- v OS Windows so spremenljivke okolja procesa definirane v registru
- dejansko so podatki shranjeni v datotekah (*hives*) v sistemskem imeniku *%systemroot%\system32\config*
  - *ntuser.dat* za vsakega uporabnika svoja datoteka
- datoteke lahko pregledujemo z Windows orodjem regedt32 (EnCase, FTK, ...)

Register

- *Izziv:* preučite forenzično vrednost podatkov v registru.

Omrežne sledi

- nekaj tudi iz sistemskega okolja
  - ob vzpostavitvi povezave, …
- večina izvira neposredno iz aplikacij
  - brskalniki, poštni agenti, …

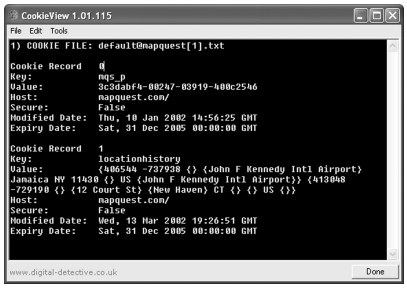


Omrežne sledi - brskalniki

- zgodovina:
  - firefox-3 je hranil zgodovino v sqlite podatkovni bazi *Places.sqlite*
  - internet explorer hrani zgodovino v *index.dat*
  - orodja so na voljo za iskanje po teh bazah: *Oddesa* (www.odessa.sourceforge.net)
- lokalni predpomnilnik
- piškoti

Brskalniki – piškoti

- primer pregleda piškotov z CookieView (www.digitaldetective.co.uk)



Brskalniki

- *Izziv:* poiščite kakšni ostanke v svojem predpomnilniku in jih preverite z zgodovino brskanja.
- *Izziv:* dobite od prijatelja datoteko z zgodovino njegvega brskalnika in jo razvozljajte.
- *Izziv:* preverite kakšne vse sledi pušča brskalnik IE, kakšne Mozilla in kakšne Opera.

E-pošta

- sledi so odvisne od poštnega agenta, ki ga uporabljamo
  - poslana in prejeta pošta
  - povzetki IMAP nabiralnikov
- vsebina, ki je zanimiva
  - samo besedilo pošte
  - priponke(!) – MIME format

Drugi programi

- različni programi puščajo različne sledi
- omrežno programje
  - dostop do drugih sistemov
  - dostop drugih sistemov do našega sistema
- sistemski programi puščajo sledi v registru

Sledi omrežnega dostopa

- telnet dostop do acf2.nyu.edu