

Stredná odborná škola elektrotechnická, Komenského 50, Žilina

SÚBOROVÉ SYSTÉMY II. časť

OBSAH:

Úvod	1
Pevný disk	1
Adresár	1
Boot sektor	1
Cluster	1
Súborový systém	2
Typy súborových systémov	3
Diskové súborové systémy	3
Sieťové súborové systémy	3
Databázové súborové systémy	3
File Allocation Table [FAT]	4
FAT 12	5
FAT 16	5
FAT 32	7
New Technology File System [NTFS]	9
Unixové súborové systémy	11
Žurnálovacie súborové systémy	11
Swap	11
Second extended file system [Ext 2]	12
Third extended filesystem [Ext3]	12
Fourth extended filesystem [Ext4]	13
Súborové systémy Mac OS X	13
High Performance File System [HPFS]	13

Úvod

Pevný disk slúži podobne ako disketa k čítaniu a zápisu dát. Je to veľkokapacitná disková pamäť, ktorá sa postupom času stala neoddeliteľnou súčasťou počítača. Na rozdiel od ostatných zálohovacích médií umožňuje veľmi rýchly prístup k požadovaným dátam. Údaje možno na disk ľubovoľne ukladať, premiestňovať a mazať.

Adresár tiež známy ako zložka, priečinok, atď. Treba si uvedomiť, že adresár je len typ súboru. Jeho zvláštnosť spočíva v tom, že pre daný typ súborového systému má vopred definovanú štruktúru. Pre novšie, inteligentné súborové systémy táto štruktúra obsahuje meno súboru a číslo tzv. inodu. Inode je časťou metadát a obsahuje informácie o súbore ako sú jeho prístupové práva, dátum a čas vzniku, veľkosť a podobne. To prináša so sebou zaujímavú možnosť mať v dvoch rôznych adresároch záznam ukazujúci na ten istý inode. Vtedy vlastne existuje jeden súbor na disku, má jediné miesto uchovávané prístupové práva, veľkosť a podobne, ale môže mať rôzne mená. Vo svete Unixu sa to označuje ako linka - hard linka.

Boot sektor tiež známy ako VBR, spúšťač záznam zväzku je prvý sektor logické oblasti disku (označované tiež ako diskový oddiel, logický oddiel, zväzok alebo partition) obsahujúce súborový systém FAT sa skladá z dvoch častí: blok parametrov disku a spúšťač kód zväzku.

Cluster tiež alokačný blok, alokačná jednotka je v počítači logická jednotka, do ktorej sa ukladajú súbory a adresáre v súborovom systéme. Veľkosť clusteru je určená operačným systémom počas formátovania disku. Použitie väčších clusterov zvyčajne vedie k zvýšeniu výkonu; nevýhodou býva väčšia strata diskového priestoru. Zlúčením niekoľkých blokov do väčšej alokačnej jednotky sa znižuje režie komunikácia počítača s úložným zariadením, znižuje sa fragmentácie a zvyšuje sa tak rýchlosť a efektivita prenosu dát. Úložným zariadením môže byť akékoľvek blokové zariadenie (pevný disk, CD, DVD, flash pamäť, pásková jednotka a podobne).

Súborový systém

Súborový systém je spôsob ukladania a organizovania počítačových súborov a údajov, ktoré obsahujú tak, aby k nim bol umožnený jednoduchý prístup. Súborový systém môže používať počítačové záznamové zariadenie ako pevný disk či CD-ROM a zaoberať sa fyzickým umiestnením súborov, alebo môže byť virtuálny a existovať iba ako prístupová metóda k virtuálnym údajom alebo prístupu cez sieť. Súborový systém je zvyčajne integrovanou súčasťou operačného systému, pričom mnohé najnovšie operačné systémy podporujú niekoľko rôznych súborových systémov.

Adresárová štruktúra môže byť plochá alebo môže používať hierarchie, kde adresáre môžu obsahovať podadresáre. V niektorých súborových systémoch sú názvy súborov štruktúrované, so špeciálnou syntaxou pre rozšírenie názvu súboru a čísla verzií. V iných sú názvy tvorené jednoduchými reťazcami, keďže metadáta o jednotlivých súboroch sa ukladajú inde.

Najbežnejšie typy súborových systémov využívajú záznamové zariadenie ponúkajúce prístup k poľu blokov s pevne určenou veľkosťou, spravidla 512 bajtov. Súborový systém je zodpovedný za organizáciu týchto sektorov do súborov a adresárov a udržiavanie informácie o ich asociácii a využití.

Súborové systémy však nemusia vôbec využívať záznamové zariadenie. Súborový systém je možné využiť na prístup k akémukoľvek druhu údajov, či už uloženému alebo dynamicky generovanému (napr. prenášané sieťovým spojením).

Tradičné súborové systémy poskytujú prostriedky na vytváranie, presúvanie a mazanie súborov aj adresárov. Chýbajú im prostriedky na tvorbu ďalších odkazov na adresáre (hard linky v UNIXe), premenovanie odkazov na nadradený adresár („..“ v UNIXových OS) a tvorbu obojsmerných odkazov na súbory.

Typy súborových systémov

Súborové systémy môžeme rozdeliť na diskové, sieťové, a databázové.

Diskové súborové systémy

Diskový súborový systém je určený na ukladanie súborov na záznamových zariadeniach, najčastejšie pevných diskoch, ktoré môžu byť priamo alebo nepriamo pripojené k počítaču. Príkladmi sú FAT, NTFS, ext2, ISO 9660, ODS-5 a UDF.

Niektoré súborové systémy sú tiež žurnálovacie (ext3, reiserFS, XFS, JFS) alebo používajú verzie.

Sieťové súborové systémy

Sieťový súborový systém (tiež známy ako distribuovaný súborový systém) je súborový systém, kde sa k súborom prístupuje prostredníctvom siete, prípadne z viacerých počítačov. V ideálnom prípade by mal byť prístup prostredníctvom siete transparentný. Príkladmi sú NFS, CIFS, Lustre a Global File System.

Databázové súborové systémy

Novým konceptom správy súborov sú súborové systémy založené na databázach. Namiesto hierarchicky štruktúrovanej správy sú súbory identifikované charakteristikami ako typ súboru, názov, téma, autor a podobné metadáta. Tak je možné hľadanie súborov formulovať ako SQL dotaz alebo v prirodzenej reči. Príklad na obrázku napravo ukazuje výsledky vyhľadávania dotazu „Filmy režisované Stevenom Spielbergom“. Príkladmi sú BFS, GNOME Storage, WinFS, dbfs.

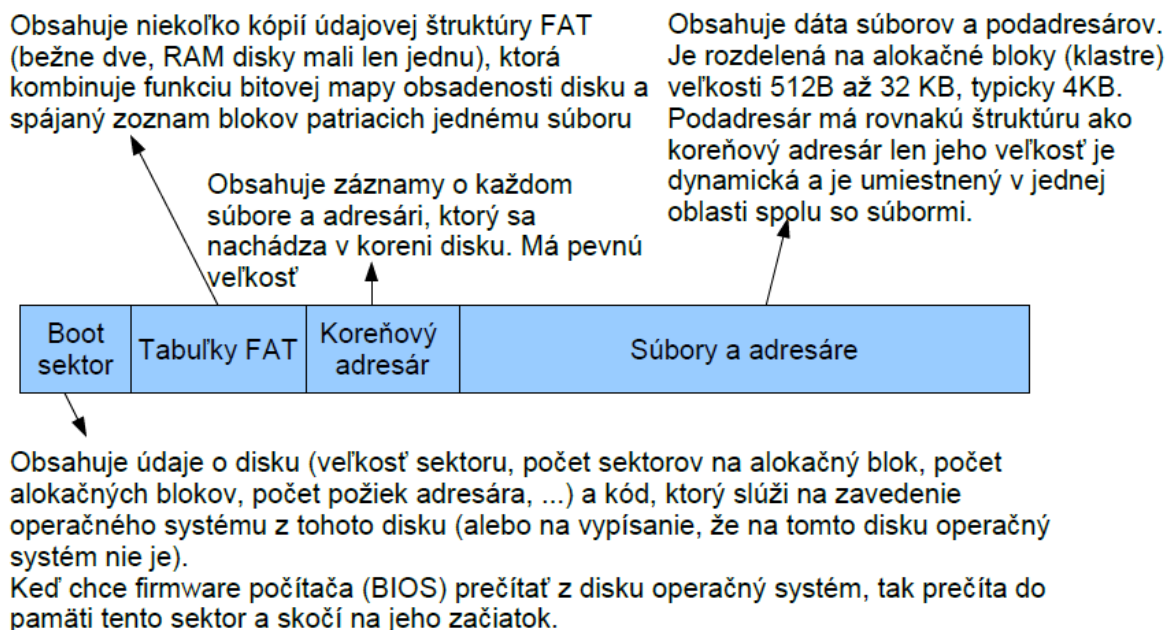
Súborové systémy operačných systémov Microsoft	
Operačný systém	Súborový systém
Windows XP	NTFS, FAT16, FAT32
Windows 2000	NTFS, FAT16, FAT32
Windows NT	NTFS, FAT16
Windows ME, 98, 95 (OSR2)	FAT16, FAT32
Windows 95 pred OSR2	FAT16
MS-DOS	FAT16

File Allocation Table [FAT]

Prvý súborový systém FAT bol vyvinutý v neskorých 70-tych rokoch a začiatkom 80-tych rokoch 20. storočia. Bol to systém navrhnutý pre operačný systém MS-DOS. Pôvodne ho navrhli ako jednoduchý súborový systém vhodný pre diskety, ktoré mali kapacitu menšiu ako 500KB. Za nejaký čas bol rozšírený, aby podporoval aj väčšie médiá. V súčasnosti existujú 3 druhy FAT súborových systémov: FAT12, FAT16 a FAT32.

Rozdiely medzi FAT rozoznávame podľa toho, koľko bitov vyhradzuje na (logickú) adresáciu disku. FAT je jednorozmerná tabuľka (pole), ktorá obsahuje údaje o obsadenosti jednotlivých oblastí (cluster) disku/diskety. Väčšinou existujú dve kópie (ak by sa jedna (prvá) fyzicky porušila). FAT spolu s adresármi určuje fyzické uloženie súborov. Alokačná tabuľka nie je voľne prístupná používateľovi a upravuje sa automaticky pri manipuláciách so súbormi a adresármi na disku.

Štruktúra logického disku:



FAT 12

FAT 12 je starší typ a používa sa iba pri logických jednotkách s kapacitou do 16MB (diskety). Prvá verzia FAT bola nazvaná FAT 12. Mala množstvo obmedzení: adresy klasterov boli 12 bitové (to obmedzovalo počet klasterov na 4096) a počet sektorov disku bol daný ako 16 bitové číslo, čo obmedzovalo veľkosť disku na 32 MB. FAT obmedzuje množstvo dát ktoré je možné uložiť na pevný disk. bola implementovaná v prvej verzii MS-DOSu. Povoľovala len 8 písmen mena súboru a 3 písmená pre typ. Obmedzenie na počet dátových blokov, ktoré môže takýto súborový systém obsahovať - 2^{12}

FAT 16

V roku 1983 Microsoft vydal ďalšiu verziu s podporou podadresárov a používajúci 16 bitov na adresáciu klastra.

FAT 16 sa používa pri logických jednotkách s kapacitou od 16 MB do 2 GB (OS Windows NT/2000/XP umožňujú použiť tento variant pre logické jednotky až do 4 GB). Vo Windows NT je maximálna veľkosť zväzku FAT 16 4095MB. Zväzok formátovaný na FAT 16 je alokovaný v clustroch. Veľkosť clustra je určená veľkosťou zväzku a môže mať veľkosť až 64 kilobajtov (kB). Veľkosť clustra musí byť medzi 512 a 65 536. Pre disky väčšie ako 511 MB sa FAT 16 neodporúča, pretože pokiaľ sú na zväzky umiestnené relatívne malé súbory, využíva FAT 16 priestor na disku neefektívne.

Výhody:

- kompatibilný so systémom MS-DOS, Windows 95, 98, ME, NT, 2000, XP a s niektorými unixovými operačnými systémami
- existuje veľa nástrojov na odstraňovanie problémov a obnovu dát
- je výkonný v rýchlosti i v ukladaní na zväzkoch s veľkosťou menšou ako 256MB

Obmedzenia FAT16:

- v OS MS-DOS je možné použiť maximálne 11 znakov pre mená súborov (8 písmen pre názov a 3 písmena pre príponu súboru) (v ostatných OS 255 znakov),
- Pre OS Windows 95 bol vyvinutý súborový systém VFAT, podporujúci názvy súborov o dĺžke až 255 znakov (vrátane dĺžky cesty). Okrem toho názvy súborov vo VFAT môžu obsahovať medzery a ďalšie pred tým zakázané znaky (+,;=[]). Aby bola zachovaná kompatibilita so 16bitovým aplikáciami, každému súboru sú priradené dva názvy (skutočný dlhý a skrátený alias).
- maximálna veľkosť diskového oddielu sú 2 GB,
- programom FDISK môžeme vytvoriť na pevnom disku iba dva fyzické oddiely (jeden primárny a jeden rozšírený, ktorý môžeme ďalej rozdeliť až na 25 logických zväzkov; programom Partition Magic môžeme vytvoriť štyri primárne alebo tri primárne a jeden rozšírený oddiel.
- koreňový adresár môže obsahovať maximálne 512 položiek
- spúšťačiek sektor nie je zálohovaný
- nie je zabudované zabezpečenie systémov súborov a kompresia súborov

FAT16		
Veľkosť zväzku	Počet sektorov na klaster	Veľkosť klastra
0-32 MB	1	512 bajtov
33-64 MB	2	1 kB
65-128 MB	4	2 kB
129-255 MB	8	4 kB
256-511 MB	16	8 kB
512-1023 MB	32	16 kB
1024-2047 MB	64	32 kB
2048-4095 MB	128	64 kB

FAT 32

V roku 1997 vyšla verzia nazývaná FAT32. Prináša 32-bitové adresy klastrov, kde číslo alokačnej jednotky využíva 28 bitov. Tým sa zvyšuje limit veľkosti diskového oddielu na 8 TiB pre 32 KiB klaster (228×32 KiB) a veľkosť súborov na 4 GiB (presne 232-1 bajtov), takže nie je vhodný pre ukladanie veľkých súborov, ako sú obrazy DVD, veľké súbory s videom a podobne.

Charakterizovať ho možno tým, že súbory usporadúva do stromovej štruktúry adresárov, pričom hlavný adresár má stanovený maximálny počet položiek, ktoré môže obsahovať. Ďalšou charakteristickou črtou je FAT tabuľka. FAT filesystém obsahuje tieto tabuľky dve a pokiaľ je všetko v poriadku, tak sú rovnaké.

FAT 32 môže spracovávať zväzky teoreticky až do veľkosti 2 terabajtov. Maximálna veľkosť jedného súboru môže byť 4 GB. OS radu Windows 9x/Me umožňujú prácu s oddielmi s veľkosťou až 128 GB, kým Windows 2000/XP sú schopné naformátovať oddiely s veľkosťou najviac 32 GB (môžu však čítať údaje z väčších oddielov).

Na diskete chýba hlavný spúšťací záznam a diagnostické cylindre. Hlavný spúšťací záznam je ne pevnom disku jeden, ale každý oddiel a logická jednotka majú svoj spúšťací záznam, svoj koreňový priečinok, svoju alokačnú tabuľku súborov a svoje clustery. Všetky tieto štruktúry sú na disku vytvorené programom FDISK.

Jedným z miest, kde FAT prežíva do dnešných čias, sú diskety.

```
# mount /dev/fd0 /mnt/floppy/
```

OS vytvára na médiu nasledujúce štruktúry a oblasti:

1. hlavný spúšťací záznam a spúšťací záznam rozšíreného oddielu
2. spúšťací záznam logickej jednotky
3. koreňový priečinok
4. alokačná tabuľka súborov
5. clustery (údajová oblasť, do nej sú ukladané vlastné údaje)
6. diagnostické cylindre pre čítanie a zápis (na diskete nie je)

Výhody:

- nie je obmedzený počet položiek v koreňovom adresári
- efektívnejšie využíva priestor disku ako FAT 16, čo sa prejavuje na úspore 10 – 15 % diskového priestoru
- schopnosť zmeniť umiestnenie koreňového adresára a použiť záložnú kópiu FAT namiesto východiskovej kópie

Nevýhody:

- nekompatibilita so staršími operačnými systémami
- spúšťací sektor nie je zálohovaný
- FAT 32 nemá zabudované zabezpečenie systému súborov a kompresiu
- stratené clustre
- prekrížené súbory
- neplatné súbory alebo priečinky
- chyby tabuľky FAT

Nežiaducim javom pri FAT je **fragmentácia**. Je to proces zapisovania častí súboru do uvoľnených miest na disku po zmazaných súboroch. Pokiaľ je fragmentovaný súbor rozložený medzi viac cylindrov, magnetické hlavy pevného disku musia preskakovať medzi stopami, čo spôsobuje spomalenie disku a jeho opotrebovanie. Ak dôjde k poškodeniu aj malej časti FAT, býva zasiahnuté väčšie množstvo súborov. Ku fragmentácii dochádza tak, že keď je súbor umiestňovaný na disk, FAT ponúkne súboru voľné alokačné jednotky, a to aj tie, ktorých súvislá časť je menšia ako veľkosť ukladaného súboru. Teoreticky by k fragmentácii nedochádzalo, ak by sa žiadne súbory z disku neodstraňovali. Na odstránenie nesúvislých zápisov boli vyvinuté defragmentačné programy, ktoré vedú spojiť nesúvislé bloky súborov.

FAT32	
Veľkosť oddielu	Veľkosť klastra
Menej než 8 GB	4 kB
8–16 GB	8 kB
16–32 GB	16 kB
Väčší než 32 GB	32 kB

New Technology File System [NTFS]

NTFS je ďalším vývojovým krokom z dielne Microsoftu. Je rýchlejší, bezpečnejší a skutočne používa koncepciu inodov.

NTFS poskytuje výkon, spoľahlivosť a funkčnosť, ktorú pri FAT nenájdeme. Zhrňuje možnosti zabezpečenia vyžadované pre servery a výkonné osobné počítače v spoločnom prostredí a riadenie prístupu k dátam a práva vlastníkov dôležité pre integritu dát. Vo verzii NTFS obsiahnutej vo Windows 2000/XP je implementované aj šifrovanie súborov a adresárov pre zvýšenie bezpečnosti zväzkov NTFS. Rovnako ako FAT, NTFS používa clustre ako základnú jednotku prideľovania disku. Veľkosť klastra môže byť od 512 bajtov do 4 kB. Keď je zväzok formátovaný na NTFS sú vytvorené súbory hlavnej tabuľky súborov (MFT – master file table) a iné časti metadát. Metadáta sú súbory, ktoré NTFS používa pre implementáciu štruktúry systémov súborov. NTFS vyhradzuje prvých 16 záznamov MFT pre súbory metadát. NTFS vytvára záznam súboru pre každý súbor a záznam adresára pre všetky adresáre vytvorené na zväzku NTFS. MFT obsahuje separátne záznamy súboru pre samostatnú MFT. Tieto záznamy súborov a adresárov sú uložené v MFT. Atribúty súboru sú zapísané do vyhradeného priestoru MFT. Okrem atribútov súborov obsahuje záznam každého súboru informácie o pozícii záznamu súboru v MFT.

Používajú ho OS Windows NT/2000/XP. Meno súboru môže byť dlhé maximálne 256 znakov a maximálna veľkosť diskového oddielu je obmedzená na 16 exabytov. Súčasťou súborového systému NTFS sú rozšírené atribúty súborov a ich zabezpečenie, neexistujúce v systémoch FAT a FAT32. Podporuje väčšie súbory a oddiely, ponúka vyšší výkon, stabilitu a bezpečnosť, ale nie je spätne kompatibilný.

Výhody:

- vyššia rýchlosť prístupu. NTFS minimalizuje počet prístupov k disku potrebných pre nájdenie súboru.
- zabezpečenie súborov a adresárov pred druhými používateľmi
- teoretická podporovaná veľkosť je 2 terabajty
- spúšťač sektor je zálohovaný do sektora na konci zväzku
- môžu byť nastavené diskové kvóty obmedzujúce množstvo priestoru, ktorí môžu používatelia na NTFS zabráť.

- nespôsobuje fragmentáciu
- hlavná tabuľka súborov (MFT) – obsahuje záznam pre každý súbor
- druhá kópia MFT
- súbor so zoznamom chybných clusterov
- raster alokácie clusterov – ukazuje využitie jednotlivých clusterov
- spúšťač súbor – ak ide o aktívny disk, obsahuje spúšťač kód
- Maximálna dĺžka je 255 znakov v kódovaní Unicode

Nevýhody:

- podpora iba tých operačných systémov, ktoré sú postavené na technológii NT
- keď veľmi malé zväzky obsahujú väčšinou malé súbory, pri NTFS nastane oproti FAT pokles výkonu
- podrobnosti o jeho štruktúre nie sú verejne dostupné

Verzie NTFS podľa roku vydania:

NTFS	Verzia Windows NT	Rok vydania
v1.0	Windows NT 3.1	1993
v1.1	Windows NT 3.5	1994
v1.2	Windows NT 3.51	1995
	Windows NT 4.0	1996
v3.0	Windows 2000	2000
	Windows XP	2001
v3.1	Windows Server 2003	2003
	Windows Vista	2007
	Windows Server 2008	2008

NTFS		
Veľkosť zväzku	Počet sektorov na klaster	Veľkosť klastra
512 MB a menší	1	512 bajtov
512–1024 MB	2	1 kB
1024–2048 MB	4	2 kB
2049 MB a väčší	8	4 kB

Unixové súborové systémy

Jednou z typických vlastností unixových súborových systémov je to, že blok inodov (tzv. superblok) má viacero kópií rozmiestnených po disku, ktoré operačný systém udržiava zosynchronizované. V prípade, že dôjde k pádu systému, môžete stanoviť, ktorá kópia sa má použiť pri oprave súborového systému.

Keďže najpravdepodobnejšie sa stretnete s operačným systémom Linux, spomenieme situáciu na ňom. Ešte donedávna takmer každý linuxový systém používal ext 2. Potom ale narástla ponuka žurnálovacích súborových systémov. Preto dnes môžeme bežne stretnúť ext 3,4.

Žurnálovacie súborové systémy

Jednou zo základných vlastností súborového systému je uchovávanie údajov. A to najhoršie čo sa môže stať je havária, ktorá môže mať za následok stratu týchto údajov. Žurnálovacie súborové systémy boli vyvinuté s cieľom obmedziť riziko straty dát na minimum. Preto sa každá operácia zapisuje do takzvaného žurnálu a v prípade, že sa skutočne úspešne dokončí tak sa v žurnále označí za vykonanú. V prípade, že dôjde k havárii tak v žurnále môže systém zistiť, ktoré operácie boli dokončené a čo bolo skutočne zapísané na disk. Operácie, ktoré neboli dokončené akoby sa ani nestali. To znamená, že síce môžete prísť o nejaké údaje (z poslednej operácie), ale stav súborového systému ako takého je konzistentný. Za zmienku stojí informácia, že z dôvodov rýchlosti sa často žurnálujú len metadáta.

Swap

Moderné počítačové systémy majú pomerne veľké nároky na pamäť. Pretože diskový priestor je lacnejší než RAM pamäť a využitie všetkej RAM sa nestáva často, operačný systém môže odložiť časť obsahu pamäte, ktorá sa momentálne nepoužíva, na disk. MS Windows odkladá do súboru. Linux ponúka na výber súbor alebo vyhradenú partíciu. Tradične sa používa partícia, pretože je rýchlejšia.

Second extended file system [Ext 2]

Bol štandardným súborovým systémom používaným v operačnom systéme Linux po niekoľko rokov a zostáva naďalej široko používaný. Pôvodne ho navrhol Rémy Card na základe konceptu extended file system. Je pomerne rýchly, dostatočne na to, aby bol považovaný ako štandard pre porovnanie výsledkov benchmarkov. Jeho hlavnou nevýhodou je, že nie je žurnálovacím súborovým systémom. Jeho nasledovník ext3 pridáva žurnálovanie a je čiastočne spätne kompatibilný s ext2.

Ext2 je jeden z najrozšírenejších súborových systémov používaných pod Linuxom. Je to klasický unixový súborový systém podporujúci uchovávanie prístupových práv vlastníka, skupiny a ostatných. Podporuje symbolické linky i hard linky, špeciálne súbory atď.

Vlastnosti súborového systému ext2 možno upravovať pomocou programu tune2fs. Medzi vlastnosti patrí napríklad percento kapacity, ktoré je rezervované pre užívateľa root. Výchozia hodnota je 5 %. Ďalšou vlastnosťou je príznak, ktorý označuje, či je daný súborový systém *čistý* - teda či je konzistentný. Tento príznak sa nastaví na *nie* pri pripojení systému na zápis a na *áno* pri odpojení.

Ak dôjde k pádu operačného systému, tento príznak zostane nastavený na *nie* a podľa neho fsck vie, či má vykonať úplnú kontrolu alebo nie. (Prepínač -f programu fsck vynúti vykonanie kontroly aj keď súborový systém vyzerá čistý.) Poslednou vlastnosťou, ktorú spomeniem, je počet pripojení, po dosiahnutí ktorého bude súborový systém označený ako not clean, aj keď k žiadnemu problému neprišlo. Ak sa chcete dozvedieť o ďalších zaujímavostiach ext2, pozrite sa na program dumpe2fs.

Third extended filesystem [Ext3]

Je žurnálovací súborový systém s narastajúcim počtom používateľov operačného systému Linux. Je to v súčasnosti štandardný súborový systém v linuxových distribúciách Red Hat, Fedora a Debian.

Fourth extended filesystem [Ext4]

Môže byť na oddiely veľkom až 1 EB (približne 10^{18} bytov). Maximálna veľkosť súboru je 16 TB. Zároveň odstraňuje obmedzenie ext3, že v jednom adresári môže byť maximálne 32768 podadresárov. Ext4 obsahuje nástroje, ktoré majú obmedziť fragmentáciu pri zápise dát na disk. Zároveň však umožňuje aj použitie defragmentačného programu. Nástroje pre kontrolu integrity súborového systému môžu pracovať rýchlejšie vďaka označovaniu nepoužitých častí disku. Ext4 bol vyvíjaný ako spätne kompatibilný s ext3, avšak používa, ktoré, ak sú použité, znemožňujú pripojenie ako ext3.

Súborové systémy Mac OS X

Mac OS X používa súborový systém zdedený od Mac OS nazývaný HFS plus. HFS plus je súborový systém bohatý na metadáta, zachovávajúci ale nerozlišujúci veľkosť písmen v názvoch súborov. Vďaka UNIXovému pôvodu Mac OS X boli do HFS Plus pridané prístupové práva (*permissions*). Neskoršie verzie HFS Plus pridali žurnálovanie a zaviedli niekoľko optimalizácií alokačných algoritmov v snahe automaticky defragmentovať súbory bez nutnosti použiť externý defragmentačný program.

Dĺžka názvu súboru je obmedzená na 255 znakov, používa kódovanie sa Unicode. Na Mac OS X sa určuje typ súboru z poľa „Type code“ uloženého v metadátovom zázname súboru.

HFS Plus má tri druhy liniek: Hard linky, symbolické linky a aliasy. Aliasy sa používajú na udržiavanie linku na pôvodný súbor aj ak sa premiestni alebo premenuje.

High Performance File System [HPFS]

Je pomerne moderní 16/32-bitový súborový systém vyvinutý spoločnosťami Microsoft a IBM, ktorý sa prvý krát použil v operačnom systéme OS/2 verzia 1.2. Umožňuje lepšie využitie väčších diskov, výrazne rozširuje možnosti v pomenovaní súborov, zrýchľuje prístup k súborom pomocou B-tree a nastaviť väčšiu bezpečnosť pri prístupe k súborom. HPFS umožňuje automatické radenie adresárov a súborov. Základná alokačná

jednota bola zmenená z clustera na jeden fyzicky sektor (512 bajtov). HPFS organizuje disk do série 8Mb blokov a pokiaľ to ide, súbor sa vždy ukladá v rámci jedného bloku. Medzi týmito blokmi sú alokovane 2Kb stránky, ktoré obsahujú informácie o tom, ktorý sektor v rámci bloku je voľný a ktoré sú obsadene. Toto riešenie zvyšuje výkonnosť pri prístupoch k súborom, pretože sa citácie hlavičky disku nemusia vracat' na logicky začiatok disku, kde ma starý systém FAT uložené informácie o umiestneniach ďalších sektorov práve čítaného súboru.

Variant HPFS386

- Je plne 32-bitový
- Umožňuje použiť pre diskovú cache viac ako 2Gb RAM, ktorá poskytuje štandardný HPFS.
- Ponuka možnosť definovať diskové limity- obmedziť diskový priestor pre jednotlivých užívateľov.

Použitá literatúra:

<http://www.abclinuxu.cz/clanky/system/suborove-systemy-i>
http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAborov%C3%BD_syst%C3%A9m
<http://rastos.org/docs/filesystems.html>
<http://www2.fiit.stuba.sk/~bernat/ext2fs.pdf>
http://www.sprt.sk/stahuj/organizacia_disku.pdf
<http://edi.fmph.uniba.sk/~tomcsanyi/13.pdf>
<http://www.raymond.cc/forum/sk/freebies/11324-ext2-ifs.html>
<http://www.sosvranovska.eu/KLOKOCOVA/CO%20V%20SKOLE/INF%20pom%C4%82%C2%B4cky/Datab%C3%A1zov%C3%A9%20syst%C3%A9my.pdf>
<http://mirectu.kvalitne.cz/studium/OS/os.pdf>