

## 29 Správa souborových systémů (FS)

### Obsah hodiny



Obsahem této hodiny je vysvětlení pojmu souborový systém, vývoj a charakteristika některých FS.

### Cíl hodiny



Po této hodině budete schopni:

- vysvětlit co je to FS
- popsat úkoly OS jako správce procesů
- orientovat se ve vývoji FS
- charakterizovat moderní FS a princip žurnálování
- vyjmenovat typy FS používané současnými OS
- orientovat se v FS pro CD

### Klíčová slova



Souborový systém (FS), Lineární souborové systémy, Hierarchická stromová struktura, Žurnálování, ISO 9660, UDF.

### 29.1 Co je to souborový systém

Data se na disk nebo jiné záznamové médium ukládají ve formě souborů (datové soubory, programy) jako sekvence bajtů. Nejsou tam naházeny jen tak náhodně, ale podle pevného řádu. Způsob uložení dat na disku určuje souborový systém (angl. File Systém, FS).

Souborový systém je datová struktura vytvořená vysokoúrovňovým formátováním pevného disku, která slouží k organizaci dat do souborů a tedy i adresářů na pevném disku tak, aby je bylo možné snadno najít a přistupovat k nim. Určuje např.

- jak se soubory mají jmenovat,
- jak jednotlivé soubory hledat,
- jak se pozná, komu, co patří.

Souborový systém tedy umožňuje ukládat data do souborů, které jsou označeny názvem a příponou. Umožňuje vytvářet také adresáře (resp. složky), pomocí kterých lze soubory organizovat do stromové struktury. Informace uložené v systému souborů dělíme na:

- metadata,
- data.

Metadata jsou informace o datech uložených na disku. Popisují strukturu systému souborů a nesou doplňující informace, jako jsou např.:

- velikost souboru,
- čas poslední změny souboru a čas posledního přístupu k souboru,
- vlastník souboru,
- oprávnění uživatelů,
- seznam (adresy) bloků dat, které tvoří vlastní soubor atd.

Pod pojmem data je třeba si představit vlastní obsah souboru, který lze přečíst po otevření (resp. načtení) souboru.

Souborové systémy používají k ukládání dat paměťová média jako pevný disk nebo optické paměti (CD, DVD, Blu-Ray), popřípadě poskytují přístup k datům uloženým na serveru (síťové souborové systémy).

Software, který realizuje souborový systém, bývá obvykle součástí OS. Většina OS podporuje několik různých souborových systémů, např.:

- *Microsoft Windows* - podpora pro souborové systémy FAT, NTFS a ISO 9660 pro ukládání souborů na CD a DVD.
- *Linux* - kromě již zmíněných také ext2, ext3, ext4, ReiserFS, JFS, XFS a mnoho dalších
- *DOS* - podpora souborových systémů FAT, po instalaci CD/DVD ovladače také ISO 9660.

Většina souborových systémů vznikla současně s vývojem nějakého operačního systému nebo jako standard pro zápis na určité speciální médium (např. souborový systém ISO 9660 určený pro CD-ROM).

## 29.2 OS jako správce FS

Operační systémy v rámci správy FS zajišťují:

- Vytvoření souboru s daným jménem
- Nastavení atributů souboru
- Otevření souboru pro čtení, nebo modifikaci
- Čtení a modifikaci otevřeného souboru
- Uložení změn na paměťové médium
- Uzavření souboru a uložení případných provedených změn na paměťové médium

Každý soubor je v rámci Operačního systému popsán řadou atributů – vlastností:

- jméno
- typ souboru – informace pro OS, jak s manipulovat s obsahem souboru
- velikost
- umístění (alokace) – souhrn informací o místech uložení obsahu souboru na sekundární paměti
- ochrana – autorizační řídicí informace (kdo jak smí se souborem pracovat)
- vlastník – identifikace vlastníka souboru (pro autorizaci)
- data a časy – zpravidla čas vytvoření, poslední modifikace a
- posledního přístupu k souboru (pro správu a zálohování)

## 29.3 Historie vývoje FS

Na počátku byly děrné štítky, pásky, zadávání dat přímo z klávesnice. O vše se starala obsluha výpočetního střediska:

- uložení dat na pásku/štítek - děrovny
- ruční zakládání pásky/štítků
- spouštění programů
- archivaci – uložení, vyhledání, odstranění nepotřebných

Některé činnosti obsluhy přebíraly specializované programy - monitory - zárodky dnešních operačních systémů.

S vývojem médií umožňujících uložit větší množství dat a tedy i větší počet souborů se začaly objevovat první souborové struktury - souborové systémy (File Systems - FS).

Jejich struktura byla zprvu lineární - ploché souborové systémy. Soubory se neukládaly do stromově uspořádaných adresářů, ale lineárně za sebou (sekvenčně) a přistupovalo se k nim tak, že se procházely všechny záznamy za sebou (sekvenčně) dokud se nenašel příslušný soubor. Typickým záznamovým médiem s lineární organizací a sekvenčním přístupem k souborům jsou pásková záznamová média.

Hierarchickou stromovou strukturu adresářů poprvé zavedl OS Multics (předchůdce UNIXu). Strom, jeho uzly (později označované jako i-uzly), tvoří speciální soubory označované jako adresáře (directory). Adresáře obsahují adresářové položky (directory entry). Ty obsahují, čili odkazují na

- podřazené soubory (adresáře),
- nebo na jiné adresářové položky.

FS tak umožňuje vytvářet spoje (links), které mohou odkazovat soubory umístěné v jiných adresářích. Tyto spoje lze pojmenovávat různými názvy. Jedna a tatáž data tak lze zpřístupnit z různých částí stromové struktury pod různými jmény. Tato vlastnost je důležitá pro víceuživatelské prostředí.

Multics také zavádí řízení přístupu na úrovni souborů v podobě seznamů řízení přístupu (Access Control Lists), kdy ke každému souboru je připojen seznam, který uděluje jednotlivým uživatelům práva pro různé způsoby zacházení se souborem:

- čtení (read)
- zápis (write)
- doplnění (append)
- spuštění (execute)

FS Multicsu byl velice pokrokový a jeho principy převzal Unix (1970) a jeho následníci.

S jednodušší organizací souborů (proti UNIXu) přišel OS pro osobní počítače CP/M. Systém měl pouze kořenový adresář (bez dalších adresářů), který obsahoval záznamy popisující jednotlivé soubory. Součástí záznamů byly:

- jméno souboru
- přípona
- identifikátor vlastníka souboru
- počet obsazených diskových bloků
- čísla obsazených bloků (max. 16)

Jména souborů byla omezena na schéma 8.3 (název 8 znaků, přípona 3 znaky).

Následovníkem tohoto FS se stal FS firmy Microsoft pro OS MS-DOS a Windows. Základem všech verzí FS je alokační tabulka souborů (File Allocation Table), první verze FAT12 (1980) ještě neměla hierarchickou strukturu adresářů.

Firma Apple Computer Macintosh přišla se souborovým systémem File System (1984), který také nevytvářel hierarchickou adresářovou strukturu a o rok později byl nahrazen Hierarchical File System

Omezení výše uvedených FS bylo způsobeno tím, že záznamová media měla omezenou kapacitu (počítalo se s řádově až MB disky) a nepředpokládalo se, že velikost záznamových médií poroste tak rychle.

Velkokapacitní disky si vynutily změny v FS všech OS. Soubory a adresáře na disku si můžeme zjednodušeně představit jako obrovskou databázi souborů a adresářů. Je tedy logické, že FS pro přístup k souborům a adresářům používá metody databázových systémů. Týká se to např. ukládání souborů na disk formou B-TREE stromu (vyvážený strom)<sup>1</sup>. Pro operace se soubory se používá systém logování - žurnálování, který je obvyklý při zápisu dat do databáze (transakční deník, redo, undo záznamy)

FS, které používají žurnálování:

- MS Windows: NTFS
- Novel Netware: NSS
- Linux má několik žurnálovacích FS: ext3, ReiserFS, ...

**Žurnálování** u souborových systémů a databází zajišťuje integritu dat i v případě výpadku systému (např. při přerušení napájení v průběhu práce).

Žurnál neboli transakční deník je možné si představit jako poznámky knihovníka, který ukládá knížky do regálů, a přitom si zapisuje na papír, kam kterou knihu dal. Podle tohoto papíru potom vyplňuje katalogové lístky.

Požadavek o operaci na disku a její popis (transakce) se uloží na bezpečné místo (žurnálovací soubor, transakční deník) a poté se teprve odešle diskovému subsystému ke zpracování. Pokud dojde k uskutečnění operace (např. zápis na disk), následuje potvrzení transakce, je-li úspěšná, záznam v žurnálu se vymaže.

Pokud nastane nějaký problém, je vždy možné pomocí uložených poznámek dohledat, co se mělo změnit a jak to dopadlo

---

<sup>1</sup> Dokonale vyvážený strom je tehdy, jestliže pro každý uzel stromu platí, že počet uzlů v jeho levém a pravém podstromu se liší nejvýše o jeden uzel. Vkládání prvků do stromu, vždy způsobuje restrukturalizaci stromu za účelem dokonalého vyvážení.

V případě výpadku systému, například v důsledku přerušení dodávky proudu, se zkontroluje jen soubor s transakcemi. Obnova dat a jejich kontrola tak trvá řádově zlomky času nutného pro kontrolu a obnovu klasickou cestou (ve FAT).

## 29.4 FS pro zápis na CD

Vedle FS, které byly vytvořeny pro různé OS, vznikly souborové systémy jako standard pro zápis na CD, které zajišťují, že můžeme CD přechít pod jakýmkoli OS. Existují dva základní FS:

- ISO 9660
- UDF Universal Disc Format

### ISO 9660

Nejstarší a nejpoužívanější je FS definovaný normou ISO 9660. Je univerzální, všechny OS mají integrovaný ovladač, který tento FS podporuje. Jeho nevýhodou je, že nelze přidávat soubory - musí se vytvořit rovnou se všemi soubory, co v něm jsou.

Protože původní ISO 9660 má řadu omezení (vznikla v době DOSu) byla postupně rošřívána a vznikly tři úrovně:

*ISO 9660 Level 1* má nejprššnější omezení pro zadávání názvů souborů a adresářů, ale je nejvíce univerzální

- Název 8+3, pouze velká písmena A až Z, číslice 0 až 9 + podtržítko
- Osm úrovní adresářů (včetně kořenového)

*ISO 9660 Level 2:* názvy souborů až 31 znaků, možno používat i další speciální znaky

*ISO 9660 Level 3* ruší téměř všechny restriktce. Názvy souborů i adresářů mohou být libovolně dlouhé, není omezena ani hloubka adresářů ... záleží na vypalovacím programu.

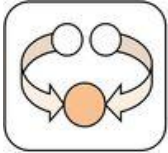
Další rozšíření této normy, byly vytvořeny pro jednotlivé OS. Ruší omezení pro názvy souborů. Windows používají rozšíření **Joliet a Romeo**. **Rock Ridge Interchange Protocol (RRIP)** je variantou ISO 9660 pro unixové systémy (možno použít i pro Macintosh, Linux a OS/2) a **Hierarchical File Systém (HFS)** rozšřřuje ISO 9660 s ohledem na souborové systémy firmy Apple.

### UDF - Universal Disc Format

Je univerzální diskový formát, který odpovídá a nahrazuje ISO 9660 Level 3. Byl vyvinut pro DVD. Data se zapisují po paketech – blocích (paketový zápis), podporuje fragmentaci

CD-R resp. CD-RW zapsaný ve formátu UDF lze použít jako malý pevný disk. Má-li být umožněno zpracování formátu UDF i v systémech, které nedisponují potřebným ovladačem, lze při uzavření vypalovací session použít ISO 9660 Level 3, případně Joliet. Pak mohou takto vypálená cédéčka bez problémů číst i systémy bez podpory UDF.

### **Shrnutí kapitoly**



Data se na disk nebo jiné záznamové médium ukládají ve formě souborů jako sekvence bajtů.

Souborový systém je datová struktura vytvořená vysokoúrovňovým formátováním pevného disku, která slouží k organizaci dat do souborů, adresářů na pevném disku tak, aby je bylo možné snadno najít a přistupovat k nim. Určuje, jak se mají soubory ukládat, jmenovat, vyhledávat, jaké mají vlastnosti a řídí kdo a jakým způsobem s nimi může nakládat.

Informace uložené v systému souborů dělíme na:

- metadata,
- data.

Souborové systémy používají k ukládání dat paměťová média jako pevný disk nebo optické paměti (CD, DVD, Blu-Ray), popřípadě poskytují přístup k datům uloženým na serveru (síťové souborové systémy).

Většina souborových systémů dnes používá hierarchickou stromovou strukturu adresářů a vznikla současně s vývojem nějakého operačního systému (FS Unixové, MS Windows, ...) nebo jako standard pro zápis na určité na CD (ISO 9660 a jeho rozšíření, UDF).

FS v současných OS byly přepracovány pro efektivní využívání velkokapacitních disků. Společným rysem dnešních OS je žurnálování

### **Kontrolní otázky a úkoly**



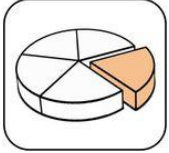
- 1) Co je to FS?
- 2) Jaké úkoly má OS jako správce procesů?
- 3) Jaké vlastnosti mají soubory?
- 4) Jak se vyvíjely FS?
- 5) Charakterizujte moderní FS a princip žurnálování.
- 6) Vyjmenujte typy FS používané současnými OS.
- 7) Jaké FS se používají při zápisu na CD?

### ***Otázky k zamyšlení***



- 1) Zjistěte, co je to vyvážený strom.

### ***Použitá literatura a jiné zdroje:***



- [1] HRNČÍŘ, Zdeněk . Historie diskových souborových systémů. Wwww.fi.muni.cz [online]. 2005 [cit. 2011-12-29]. Dostupné z: <[http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2005/xhrncir1-file\\_systems.htm](http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2005/xhrncir1-file_systems.htm)>.
- [2] Souborové systémy CD. [online]. [cit. 2011-12-29]. Dostupné z: <<https://sites.google.com/a/aztip.cz/video/technicke-vybaveni/zaznamova-media/souborove-systemy-cd>>.