

Sistemi Operativi

Il Sistema Operativo Windows

(parte 3)

Docente: Claudio E. Palazzi
cpalazzi@math.unipd.it

Crediti per queste slides al Prof. Tullio Vardanega

Architettura di NTFS – 1

- **NTFS** file system adottato da Windows NT e poi anche da XP e Vista
- supporta l'intera gamma dei FS Windows e **anche ext2fs** di GNU/Linux
 - **FAT-16**
 - Limite **logico** all'ampiezza di partizione
 - $\leq 2^{16}$ **blocchi** di ampiezza massima 32 KB \rightarrow 2 GB
 - **FAT-32**
 - Limite **fisico** all'ampiezza di partizione
 - $\leq 2^{32}$ **settori** da 512 B \rightarrow 2 TB
 - Limite logico : 2^{28} blocchi da 8 KB \rightarrow 2 TB
 - **NTFS**
 - **Nuova concezione** con indici espressi su 64 *bit*

Architettura di NTFS – 2

- Nome di *file* fino a 255 caratteri in codifica **UNICODE** (2 – 4 B/carattere)
 - Un nome espresso come **cammino** (relativo o assoluto) non può eccedere (32 K – 1) caratteri
 - Distinzione tra maiuscolo e minuscolo, ma **senza effetto** per buona parte di **Win32 API** (*backward compatibility*)
- *File* come **aggregato di attributi** rappresentati come sequenza di caratteri (*byte stream*)
 - Esempio: sequenza breve contenente il nome del *file* e l'indirizzo dell'oggetto associato (+ *thumbnail preview*) + sequenza lunga (fino a 2⁶⁴ B !) contenente i dati del *file*
 - Idea copiata da Apple ☺ introdotta (anche) per compatibilità

Architettura di NTFS – 3

- FS ad **architettura gerarchica** (come **ext2**)
 - \ invece di / come separatore nelle espressioni di cammino
 - Supporto per entrambe le forme di **link**
- Servizi di FS resi tramite procedure di libreria **Win32 API**
 - Funzionalmente simili a GNU/Linux ma di concezione assai più bizantina

Architettura di NTFS – 4

- NTFS è una collezione di **volumi logici**
 - Un volume logico può mappare su **più** partizioni e anche su **più** dischi
 - Volume = sequenza lineare di blocchi (*cluster*) di ampiezza fissa
 - Volumi **diversi** possono avere dimensione di blocco **diverse**
 - Tra 512 B e 4 KB
 - Teoricamente fino a 64 KB
 - Blocco piccolo → ridotta frammentazione interna
 - Blocco grande → meno accessi a disco ma più frammentazione
- La principale struttura dati è la **MFT** (**Master File Table**)
 - Una per volume
 - **Fisicamente** realizzata come un *file*
 - Perciò può essere salvata **ovunque** nel volume
 - Soluzione più robusta
 - **Logicamente** strutturata come una **sequenza lineare** di $\leq 2^{48}$ *record* di ampiezza da 1 a 4 KB
 - Ciascun *record* descrive 1 *file* identificato da un indice ampio 48 *bit*
 - Gli altri 16 *bit* servono come numero di sequenza (contatore di riuso)

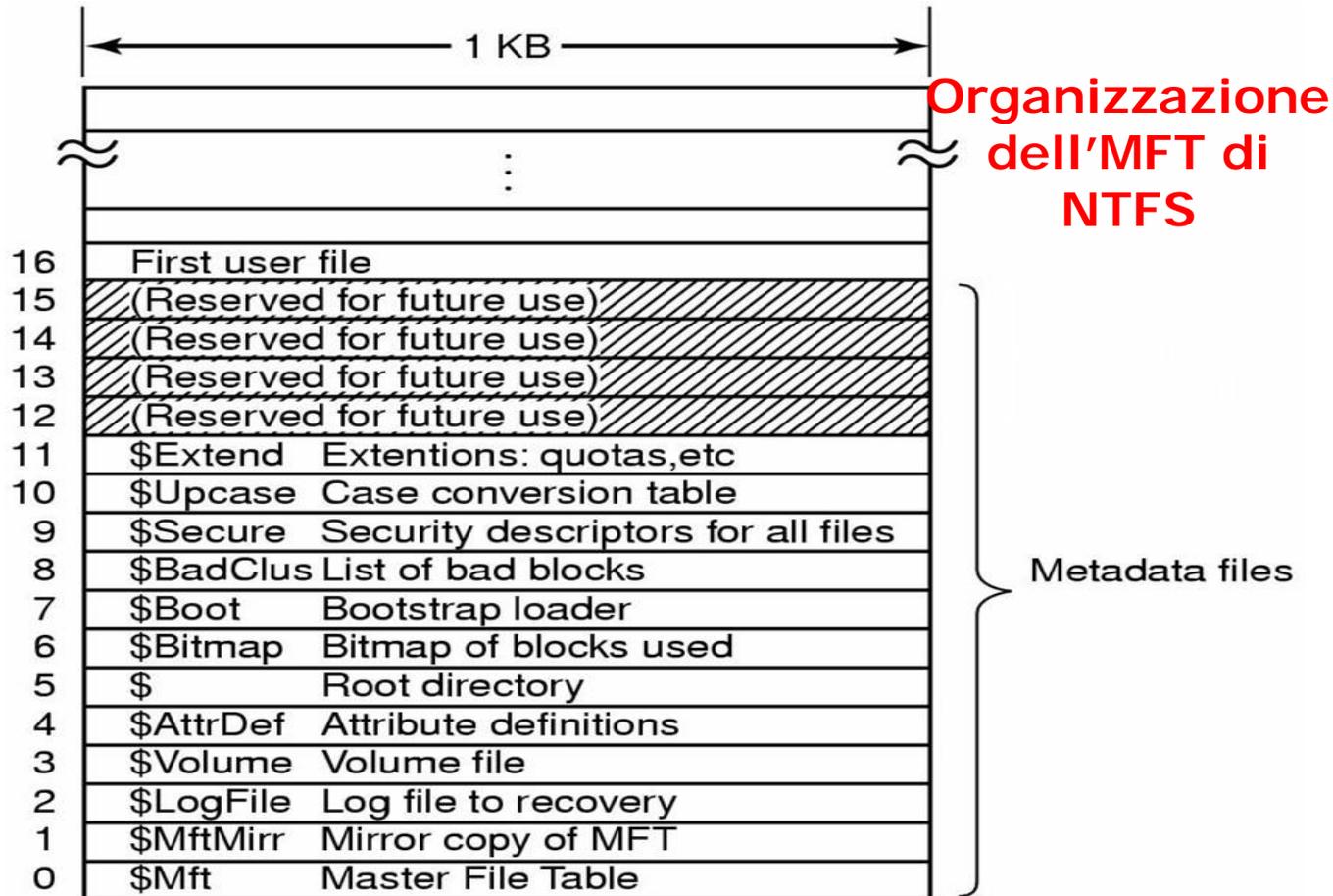
Architettura di NTFS – 5

- Ciascun *record* contiene un numero **variabile** di coppie **<descrittore di attributo, valore>**
 - Il 1° campo della coppia specifica la **struttura** dell'attributo (che tipo di attributo è, quanto è lungo il suo valore)
 - Esistono 13 attributi **di base** con struttura predefinita
 - Possono esistere altri attributi **aggiuntivi** a struttura libera
 - Il 2° campo denota il **valore** dell'attributo
 - Se possibile il valore è rappresentato interamente nel *record*
 - Attributo **residente**
 - Altrimenti rappresentato da un puntatore al suo *record* remoto
 - Attributo **non residente**
 - Il valore dell'attributo **dati** rappresenta il contenuto effettivo del *file*

Architettura di NTFS – 6

- I primi 16 *record* dell'MFT sono riservati per “*file trascendenti*” di sistema (*metadata*)
 - Questi *record* descrivono l'organizzazione dell'intero volume
- Il 1° *record* (0) descrive l'MFT stesso
- Il 2° (1) replica i primi 16 *record* in modo **non residente** ponendone il contenuto in fondo al volume (*mirror file*)
 - Facilita il ripristino del volume in caso di corruzione dell'MFT
- Il 4° (3) caratterizza il volume (nome logico, versione di FS, data di creazione, etc.)
- Il 5° (4) descrive gli attributi usati nel volume
 - Gli attributi non residenti sono denotati da un puntatore di 48 *bit* a un *record* remoto e un codice di controllo di 16 *bit* che deve coincidere con quello del *record* di base in MFT (**64 *bit* in tutto**)
- Inoltre: puntatore alla radice del FS; *bitmap* dei blocchi liberi; copia del codice di *boot* di volume o suo puntatore; etc.

Architettura di NTFS – 7



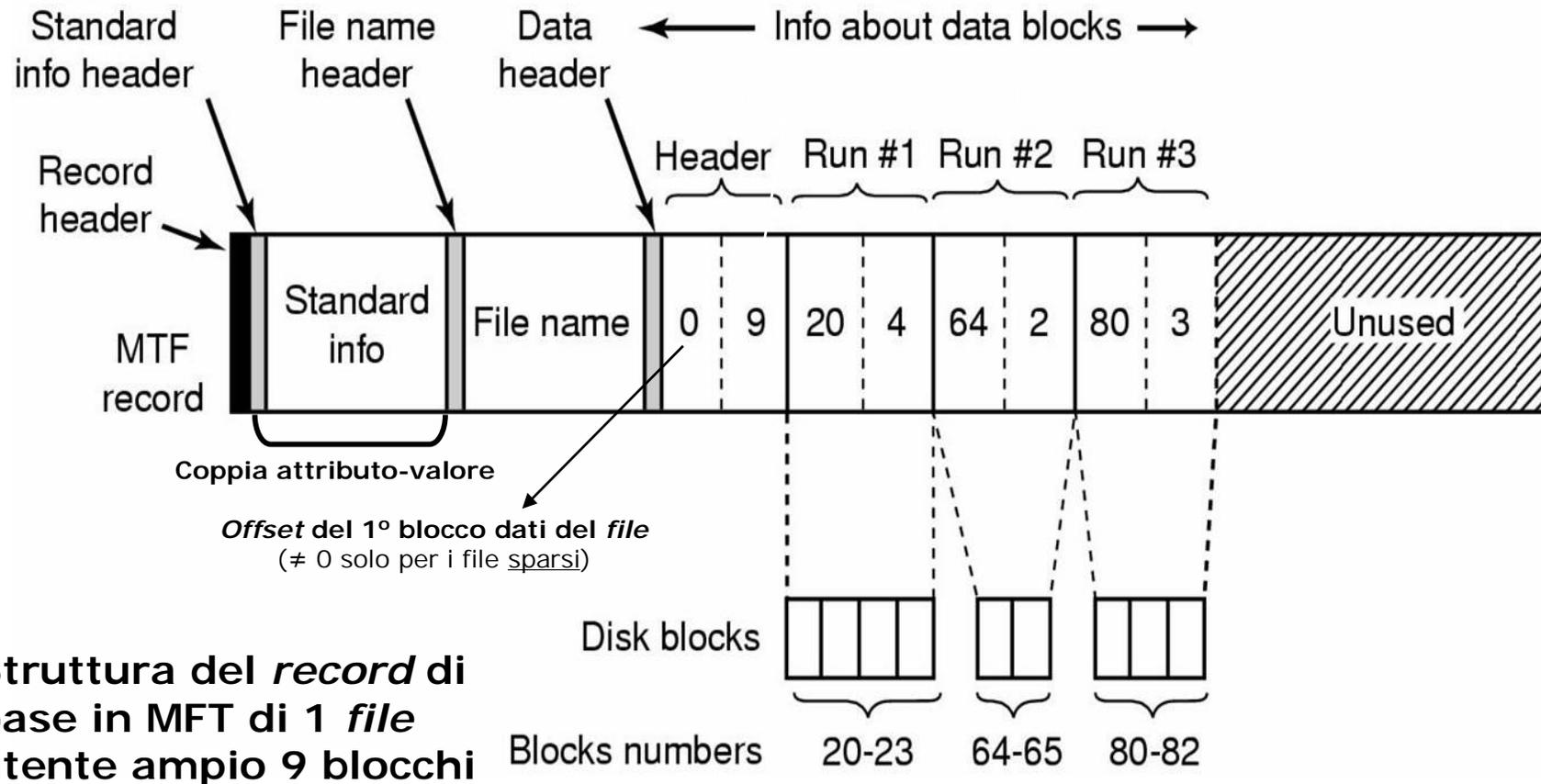
Architettura di NTFS – 8

- Il campo **<descrittore di attributo>** per attributi **residenti** ha ampiezza 24 B
 - Quello per attributi **non residenti** è più ampio
- Non tutti i 13 attributi di sistema applicano a tutti i *file*
 - Gli attributi previsti per i *file* corrispondono a quelli che GNU/Linux pone negli *i-node* con l'aggiunta dell'**identificatore dell'oggetto** corrispondente
 - Il contenuto dati di *file* di ampiezza < 1 KB viene memorizzato **interamente** entro un *record* di MFT
 - **Immediate file** (rari)
 - Per *file* più grandi il valore dell'attributo dati diventa la lista ordinata dei corrispondenti blocchi su disco

Architettura di NTFS – 9

- NTFS cerca di assegnare allo stesso *file* sequenze di blocchi contigui piuttosto che singoli blocchi isolati
 - Strategia analoga a quella di **ext2fs**
 - Nel caso peggiore i dati di un *file* possono trovarsi su sequenze di blocchi singoli non adiacenti
- Esiste 1 *record* base in MFT \forall *file* sequenziale presente nel volume
 - La struttura interna del *record* dipende dalla dimensione del *file* e dalla contiguità dei suoi blocchi
 - *File* con zone interne non utilizzate (e.g. poste a 0 e riservate per uso futuro) sono chiamati *file sparsi* e sono gestiti diversamente

Record base senza estensioni – 1



Struttura del record di base in MFT di 1 file utente ampio 9 blocchi

Record base senza estensioni – 2

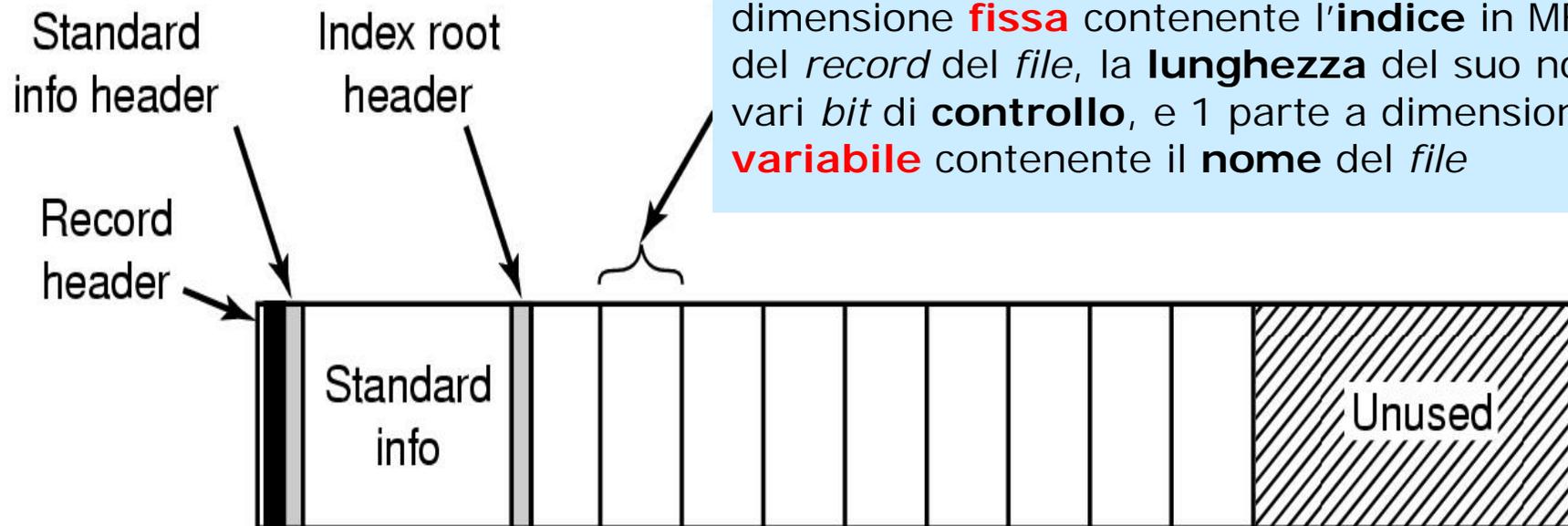
- Nella figura un **singolo** descrittore basta a contenere l'intera lista di sequenze (*run*) di blocchi contigui di dati del *file*
 - 9 blocchi dati in totale suddivisi in 3 sequenze ciascuna descritta come
 - Indirizzo su disco del 1° blocco della sequenza
 - Ampiezza in blocchi della sequenza
 - L'intestazione dell'attributo dati specifica il # di sequenze presenti nel descrittore (3 in questo caso)
 - La prima coppia di attributi dati specifica l'*offset* entro il *file* del 1° blocco coperto dal descrittore e l'*offset* del 1° blocco non coperto (= ampiezza)

Record base senza estensioni – 3

- La strategia NTFS consente di rappresentare *file* di ampiezza virtualmente **illimitata**
- Il numero di *record* necessari per i dati di 1 singolo *file* dipende dalla **contiguità** dei suoi blocchi piuttosto che dalla sua ampiezza
 - 1 *file* da 20 GB costituito da 20 sequenze di 1 M blocchi da 1 KB ciascuno richiede 20+1 coppie di valori espressi su 64 *bit* ovvero $21 \times 2 \times 8 \text{ B} = 336 \text{ B}$
 - 1 *file* da 64 KB costituito da 64 sequenze di 1 blocco ciascuna richiede $(64+1) \times 2 \times 8 \text{ B} = 1040 \text{ B}$

Record base senza estensioni – 4

Il *record* base in MFT per una *directory* di piccole dimensioni



Record con estensioni – 1

- La rappresentazione di *file* può richiedere **più record**
- NTFS usa per questo una tecnica a **continuazioni** analoga a quella usata dagli *i-node* di UNIX e GNU/Linux
 - Il **record base** in MFT contiene un puntatore a $N \geq 1$ *record secondari* in MFT che descrivono la sequenza di blocchi del *file*
 - Lo spazio rimanente del **record base** può descrivere le prime sequenze di blocchi dati del *file*
- Se non vi fosse abbastanza spazio in MFT per i *record secondari* di un dato *file* la loro intera lista verrebbe trattata come un **attributo non residente** e posta in un *file* dedicato denotato da un *record* posto in MFT

Record con estensioni – 2

Un *file* composto da **n** sequenze di blocchi dati con descrizione specificata su 1 *record* base e 2 *record* di estensione in MFT

