Esame del Sistema Operativo Windows
Parte 3 - Indice

1. Architettura di **NTFS**
2. *Master File Table*
   2.1 Descrittore base senza estensioni
   2.2 Descrizione con estensioni
3. Creazione e localizzazione di *file*
4. Gestione della *cache*

Esame del Sistema Operativo Windows
Architettura del file system NT - 1

- NT 5.x supporta l'intera gamma dei FS Windows ed **anche** `ext2fs` di Linux
  - **FAT-16**
    - Limite **logico** all'ampiezza di partizione ≤ 2^{16} **blocchi** di ampiezza massima 32 kB → 2 GB
  - **FAT-32**
    - Limite **fisico** all'ampiezza di partizione ≤ 2^{32} **settori** da 512 B → 2 TB
  - **NTFS** :
    - **Nuova concezione**, con indirizzi su disco espressi su 64 *bit*

Esame del Sistema Operativo Windows
Architettura del file system NT - 2

- Nome di *file* fino a 255 caratteri in codifica **Unicode** (2 B/c)
  - 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`
- *File* come aggregato di attributi rappresentati come sequenza (*stream*) di caratteri
  - P.es.: sequenza breve contenente il nome del *file* e l'indirizzo dell'oggetto ad esso associato + sequenza lunga (fino a 2^{64} B !) contenente i dati del *file*
  - Idea copiata da Apple Macintosh ☺ ed introdotta (anche) per compatibilità

Esame del Sistema Operativo Windows
Architettura del file system NT - 3

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

Esame del Sistema Operativo Windows
Architettura del file system NT - 4

- NTFS è una collezione di **volumi logici**
  - Un volume logico può mappare su ≥ 1 partizione, anche su ≥ 1 dischi
  - Volume visto come sequenza lineare di blocchi (*cluster*) di ampiezza fissa
    - Volumi **diversi** possono avere dimensione di blocco **diversa** (tra 512 B a 64 kB)
      - Blocco piccolo → bassa frammentazione interna
      - Blocco grande → meno accessi a disco
- Una **MFT** (`Master File Table`) per volume
  - **Fisicamente** realizzata come un *file*
    - Perciò può essere salvata **ovunque** nel volume e non necessariamente in posizione fissa (che può essere difettosa)
  - **Logicamente** strutturata come una **sequenza lineare** di ≤ 2^{48} *record* di ampiezza 1 kB (ciascuno descrive 1 *file*)

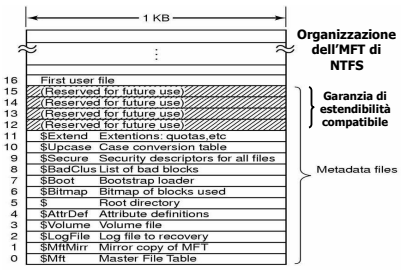
Esame del Sistema Operativo Windows
Architettura del file system NT - 5

- Ciascun *record* contiene un numero **variabile** di coppie `<descrittore di attributo, valore>`
  - Il 1° campo specifica la **struttura** dell'attributo
    - Esistono 13 attributi **di base** e di struttura prefissata
    - 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 reale del *file*

Esame del Sistema Operativo Windows
Architettura del file system NT - 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
  - Attributi non residenti designati da un puntatore di 48 *bit* ad un *record* remoto ed 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.

Esame del Sistema Operativo Windows
Architettura del file system NT - 7



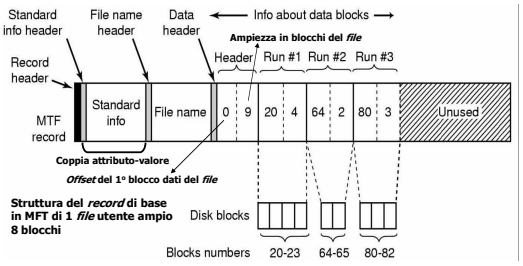
Esame del Sistema Operativo Windows
Architettura del file system NT - 8

- 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 Linux pone negli *i-node*, con l'aggiunta dell'identificatore dell' oggetto corrispondente
    - 64 *bit* per identificatore **unico per volume**
  - 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

Esame del Sistema Operativo Windows
Architettura del file system NT - 9

- Il valore di attributi **non residenti** è allocato su sequenze non necessariamente adiacenti di blocchi contigui
  - NTFS cerca di assegnare allo stesso *file* sequenze di blocchi contigui piuttosto che singoli blocchi isolati
    - Strategia analoga a quella di `ext2`
    - Nel caso peggiore i dati di un *file* possono trovarsi su sequenze di blocchi singoli non contigui
- Esiste 1 *record* base in MFT ∀ *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

Esame del Sistema Operativo Windows
Record base senza estensioni - 1



Esame del Sistema Operativo Windows
Record base senza estensioni - 2

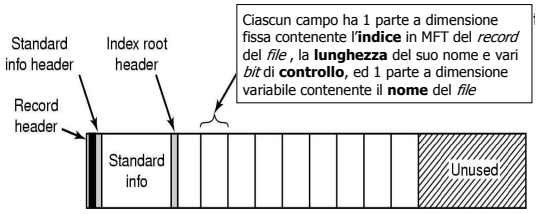
- Nella figura, 1 singolo descrittore basta a contenere l'intera lista di sequenze (***run***) di blocchi contigui di dati del *file*
  - 9 blocchi in totale, suddivisi in 3 sequenze, ciascuna descritta come
    - Indirizzo su disco del 1° blocco della sequenza
    - Ampiezza in blocchi della sequenza
  - L'intestazione dell'attributo dati specifica il # di sequenze presenti nel descrittore
  - 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)

Esame del Sistema Operativo Windows
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* = 21×16 B → ampiamente contenuto in 1 singolo *record*
  - 1 *file* da 64 kB costituito da 64 sequenze di 1 blocco ciascuna richiede (64+1)×16 B, eccedendo la capacità dell'attributo dati su 1 singolo *record*

Esame del Sistema Operativo Windows
Record base senza estensioni - 4

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

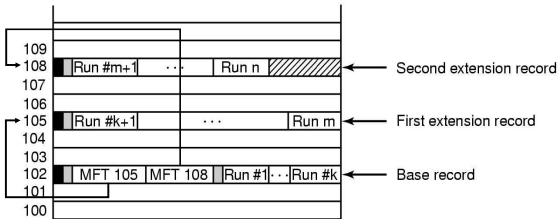


Esame del Sistema Operativo Windows
Record con estensioni - 1

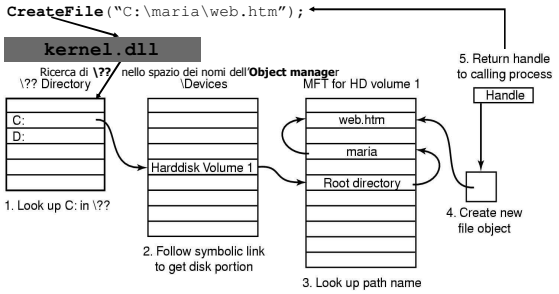
- La rappresentazione di *file* può richiedere > 1 *record*
- NTFS usa per questo una tecnica a **continuazioni** analoga a quella usata dagli *i-node* di UNIX e Linux
  - Il *record* **base** in MFT contiene un puntatore ad N ≥ 1 *record* **secondari** in MFT che descrivono la sequenza di blocchi del *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

Esame del Sistema Operativo Windows
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

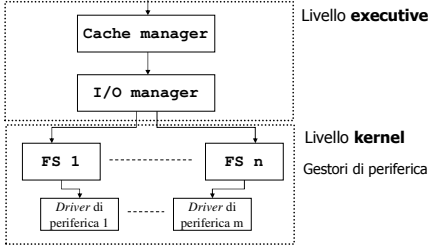


Esame del Sistema Operativo Windows
Creazione e localizzazione di file



Esame del Sistema Operativo Windows
Gestione della cache - 1

Richiesta di accesso a *file* , attraverso **kernel.dll** e **ntdll.dll**



Esame del Sistema Operativo Windows
Gestione della cache - 2

- L'accesso a *file* avviene tramite **kernel.dll** e **ntdll.dll**, e viene indirizzato al **`Cache manager`**
  - **Indipendentemente** dal tipo di FS
  - Il **`Cache manager`** tratta **blocchi virtuali**, perché non conosce la struttura fisica dello specifico FS
    - **Blocco virtuale** = (***stream, offset***)
    - **Blocco fisico** = (**partizione, indice di blocco**)
- Ogni FS viene visto come **gestore di periferica logica** sotto il controllo dell'**`I/O manager`**

Esame del Sistema Operativo Windows
Gestione della cache - 3

- Per ogni *file* in uso, il **`Cache manager`** alloca 256 kB di spazio di indirizzamento virtuale di **`kernel`**
  - **Indipendentemente** dalla dimensione del *file*
  - Lo spazio complessivo a disposizione del **`Cache manager`** è parametro di configurazione
    - Se necessario, rialloca spazio assegnata a *file* vecchi
- Le richieste di accesso a *file* vengono soddisfatte attingendo allo spazio di **`kernel`**
  - Per ogni dato non disponibile, l'**`I/O manager`** tratta l'errore (*page fault*), **trasparentemente** al **`Cache manager`**, caricando il blocco richiesto

Esame del Sistema Operativo Windows
Gestione della cache - 4

- Ogni accesso concorrente di più *thread* ad uno stesso *file* mappato in memoria riferisce la **stessa** area di **`kernel`** assegnata dal **`Cache manager`** al *file*
  - Il *file* è mappato **una sola volta** nello spazio del **`kernel`**, indipendentemente dal numero di utenti
  - Le scritture avvengono nello spazio di **`kernel`**, le letture copiano dati nell'area dell'utente
- Questo meccanismo garantisce la coerenza della condivisione di dati su *file*