NTFS (Windows NT)

Principales características que se deseaba que tuviera

Soporte para discos grandes

FAT usa entradas de 16 bits para referenciar clusters (puede referencia hasta 2^16 =65536 clusters, 65Mb con clusters de 1Kb). Para poder usar discos mas grandes la unica forma es aumentar el tamaño de cluster, aumentando el desperdicio por fragmentación. NTFS usa direcciones de 64 bits para referenciar clusters,pudiendo entonces utilizar discos de una capacidad muy superior 2^64 = 18.446.744.073.709.551.616 clusters.

Seguridad a nivel de archivo

NTFS usa dos tipos de listas para implementar seguridad y auditoría
Discretionary access control lists (DACLs) : indican quien tiene permiso a hacer que esobre cada archivo
System access control lists (SACLs): que eventos quedaran registrados en el log de acciones sobre un archivo

Soporte Unicode (código similar al ASCII que usa 2 bytes para cada carácter. A diferencia del ASCII, por usar 2 bytes, puede representar todos los símbolos de todos los alfabetos)

Esto permite que los nombres de archivos y directorios no estén limitados al alfabeto inglés.

Características de autorecuperación (a diferencia de FAT o HPFS)

Mantiene un log de transacciones del file system. Si el sistema falla, es posible restaurar un estado consistente del file system a partir del log minimizando la pérdida de datos.

Manejo de disco:

Si al formatear no se especifica tamaño de cluster, se toma un default que depende del tamaño de la partición, según la siguiente tabla.

Tamaño de partición o disco	**Tamaño de Cluster**
<=512Mb	512 bytes
513Mb-1024Mb (1GB)	1Kb
1025Mb-2048Mb(2GB)	2Kb
>=2049Mb	4Kb

Los metadatos de NTFS se guardan como archivos dentro del file system. Al inicializar una partición NTFS se crean 11 archivos que se usan para administración

Archivo	Registro en la MFT	Descripción
$MFT	0	Master File Table
$MFTMIRR	1	Copia de los primeros 16 registros de la MFT
$LOGFILE	2	Archivo de log transaccional
$VOLUME	3	Numero de serie del volumen, hora de creación
$ATTRDEF	4	Definiciones de atributos
.	5	Directorio raiz del disco
$BITMAP	6	Mapa de clusters de la unidad (in-use vs. free)
$BOOT	7	Boot record de la unidad
$BADCLUS	8	Lista de clusters dañados
$QUOTA	9	Contiene a partir de NT 5.0, información sobre el espacio máximo de disco que puede usar cada usuario.
$UPCASE	10	Mapea los caracteres en minúscula a sus equivalentes en mayúscula

NT no muestra estos archivos pero pueden verse usando dir /ah <nombre_arch>

$MFT Master File Table

La MFT es analoga a la FAT en el sentido que contiene un mapa de todos los archivos y directorios del disco, incluyendo los archivos de metadatos de NTFS.
La tabla está dividida en registros (generalmente de 1Kb pero en discos grandes pueden ser mayores) y la descripción de un archivo o directorio puede ocupar uno o mas registros. En estos registros se guardan las opciones de seguridad del archivo, y sus atributos como si es sólo lectura, oculto, de sistema, etc. Y su ubicación en el disco. El hecho de que para cada archivo se

pueda ocupar mas de un registro y de que la MFT sea a su vez un archivo y por ende pueda crecer o achicarse permite que se pueda ocupar con metadatos sólo el espacio necesario. Una desventaja de esto es que, como no se asigna de antemano todo el espacio que la MTF va a usar, al ir creciendo y achicándose, la MFT se fragmenta, lo cual produce una baja en la velocidad de acceso a la MTF, alargando los tiempos de acceso al file system. La solución propuesta para esto es destinar una cantidad de clusters después de la MFT (Zona MFT) que queden sin asignar a ningún archivo ni directorio en tanto se cuente con otros clusters vacíos en disco. Cuando el disco se va llenando, se empiezan a usar esos clusters y aumenta la posibilidad de que la MFT se fragmente, por eso el acceso a disco se hace mas lento. NTFS no eprmite que las herramientas de defragmentación defragmenten la MFT.

Internamente NTFS identifica los directorios y archivos por el número de registro de la MFT donde se encuentra su registro inicial. Los archivos de metadatos tiene un número de registro base predeterminado (Aclarar que de aca se deduce que los registros para un determinado archvo no necesitan estar contiguos).
LA MFT se almacena cerca del inicio del disco.

Registros de la MFT

Header	Headers de Atributos	Espacio libre

Header

Nro de secuencia usado para verificación de integridad
Un puntero al primer atributo en el registro
Un puntero al primer byte de espacio libre en el registro
Si no es el registro base del archivo en la MFT, tiene el número del registro base.

Atributos

Hay 14 tipos de atributo.

$VOLUME_VERSION	Versión del disco
$VOLUME_NAME	Nombre del disco
$VOLUME_INFORMATION	versión de NTFS
$FILE_NAME	Nombre del directorio o archivo
$STANDARD_INFORMATION	Fecha y hora de creación, modificación,oculto, sistema, sólo lectura
$SECURITY_DESCRIPTOR	Información de seguridad
$DATA	Datos del archivo
$INDEX_ROOT	Contenido del directorio
$INDEX_ALLOCATION	Contenido del directorio
$BITMAP	Bitmap del contenido del directorio
$ATTRIBUTE_LIST	Headers de atributos no residentes.
$SYMBOLIC_LINK	No usado. El resource kit tiene una herramenta para crear links
$EA_INFORMATION	Atributos de compatibilidad OS/2
$EA	Atributos de compatibilidad OS/2

En disco, un atributo se guarda en dos partes, el header del atributo y los datos del atributo.

Header de atributo:

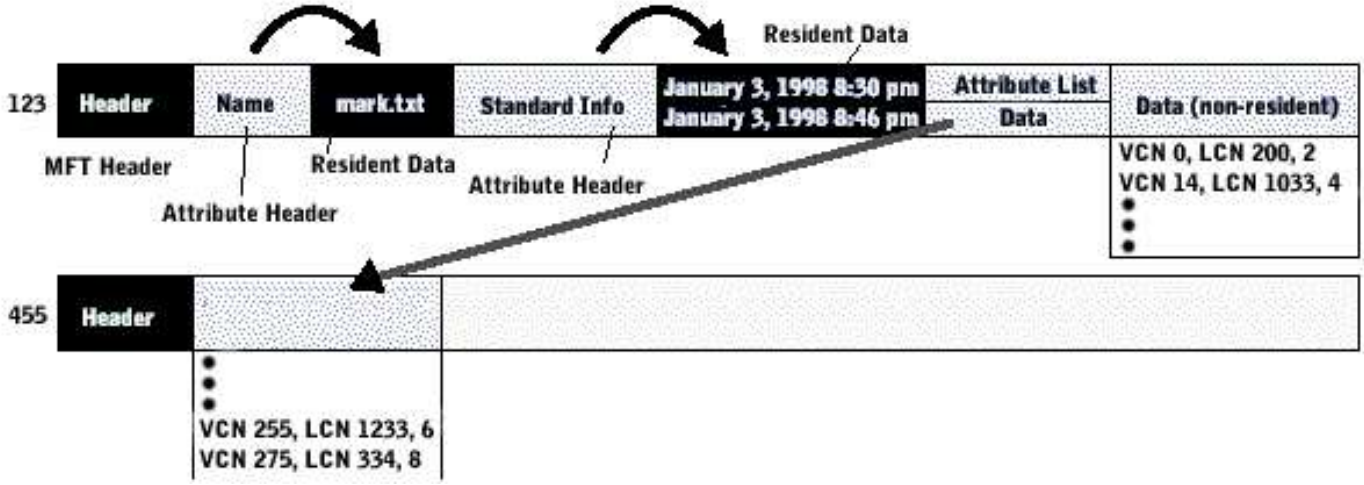
Tipo de atributo
Nombre de atributo
Flags
Ubicación de los datos del atributo *

*Los datos del atributo se guardan siempre que sea posible en registros de la MFT, en estos casos se los llama *residentes.* Si no es posible guardarlos en la MFT (porque el espacio en el registro no es suficiente), se asignan clusters en el disco para guardarlos y en este caso se lo llama atributo *No residente* (los datos del archivo son un ejemplo de esto). El nombre de archivo, los atributos de información standard y los atributos de seguridad son siempre *residentes*. Si todos los atributos que deben ser residentes no entran en un solo registro de la MFT, se asignan mas registros y se guarda en el primero una lista de los atributos y su ubicación en los otros registros.
Para identificar la ubicación de los atributos no residentes se guardan en la MFT tres valores por cada fragmento del archivo

VCN (*virtual cluster number):* Número que el primer cluster del fragmento ocupa en el archivo.
LCN (*logical cluster number):* Número de cluster real del disco en el cuál se encuentra el inicio del fragmento del archivo
Cantidad de clusters contiguos en disco para el archivo a partir del LCN.

Ejemplo: Archivo Mark.txt.

Creado el 3 de enero de 1998 a las 8:30
Modificado 3 de enero de 1998 a las 8:46



Directorios:

Son archivos con atributos de tipo $INDEX_ . El registro en la MFT de un directorio contiene una lista ordenada con los nombres e información standard de cada uno de los archivos que contiene de forma que para mostrar el contenido de un directorio sólo hay que acceder al registro en la MFT del directorio y no a los registros de los archivos. Si todos estos datos no enran en un solo registro de la MFT, NTFS NO utiliza mas registros sino un mecanismo de buffers.

Recuperación de fallas mediante el uso de logs:

Cada partición tiene un archivo de log con registros de dos tipos: REDO y UNDO. Los registros de tipo UNDO se usan para acciones como por ejemplo agregar datos a un archivo. Si hay una falla y la operación no se completó correctamente, hay que deshacer todas las actualizaciones que se hicieron. Los registros de tipo REDO se usan para la eliminación de archivos por ejeplo.

Las actualizaciones se hacen en memoria y se va actualizando el log. Cada 5 segundos se produce un checkpoint en el cual se registran los cambios de todas las estructuras en disco y si se completa esto con éxito, se eliminan los registros correspondientes del log evitando que se llene.

Control de Acceso

Se utiliza la MFT, por medio de un atributo de tipo $SECURITY_DESCRIPTOR que tiene la siguiente estructura:

Security Descriptor

SID's del owner
SID del grupo
DACL
SACL

ACE : Son las entradas de las ACL

SID
Mask
Tipo de ACE [Acceso no permitido | Acceso permitido | Auditoría]
Bitfield de herencia

Principales valores de Mask

GENERIC_EXECUTE
GENERIC_READ
GENERIC_WRITE

DELETE
WRITE_DAC
WRITE_OWNER

Trustee: Es un usuario o grupo.

Discretionary Access Control List:Es una lista de ACEs que contiene entradas que indican para un usuario dado, a que tipo de acceso tiene permiso o a que tipo de acceso NO tiene permiso.

System Access Control List: Es una lista de ACEs que contiene entradas que indican para un usuario dado , que tipos de intento de acceso se deben incluir en el log de eventos de seguridad.

Access token: es la forma en que el thread que quiere acceder a un objeto, le indica al file system qué accesos necesita, el SID del owner y del grupo del thread.

Como funciona:

```
Leer el access token del proceso
Si el objeto no tiene DACL enonces
        Permitir acceso
Sino
    Leer el primer ACE de la DACL
    Mientras (queden entradas en la DACL) y (no se encuentre un ACE que niegue alguno de los accesos solicitados)
        y ( no se encuentren ACE's que permitan todos los accesos solicitados)
                Leer el siguiente ACE;
   Si se encontraron todos los ACE's para permitir todos los accesos solicitados
        Permitir acceso
   Sino{
        Si el objeto tiene SACL entonces
                Mientras (queden entradas en la SACL) {
                        Si el SID leído es igual al del access token y alguno de los tipos de acceso coincide
                                Agregar evento al log de seguridad;
                        Leer el siguiente ACE;
                }
        }
```

Como leer las ACL:

GetExplicitEntriesFomAcl: devuelve los ACEs en una ACL para un trustee determinado. Esto es útil si se desea copiar una ACL.
GetEffectiveRightsFromAcl: dado un usuario, devuelve todos los accesos permitidos y negados al usuario, ya sea por medio de su propio id o del/los grupos a los que pertenece.

Como modificar las ACL:

GetSecurityInfo: obtiene el handle a la DACL o SACL a partir del Security Descriptor del objeto
BuildExplicitAccessWithName: crea un ACE con las opciones indicadas
SetEntriesInAcl : permite agregar ACEs o crear una lista nueva
SetSecurityInfo: adjunta una nueva ACL a un Security Desciptor

En las funciones para leer y modificar las ACL, se utiliza las siguientes estructras de datos:

```
typedef struct _EXPLICIT_ACCESS {
        DWORD grfAccessPermissions;
        ACCESS_MODE grfAccessMode;
        DWORD grfInheritance;
        TRUSTEE Trustee;
        } EXPLICIT_ACCESS;
```

```
typedef struct _ACL {
```

```
BYTE AclRevision;
BYTE Sbz1;
WORD AclSize;
WORD AceCount;
WORD Sbz2;
} ACL;
```

$MFTMIRR

Contiene una copia de los primeros 16 registros de la MFT (o sea que contiene información sobre la ubicación de los archivos de metadatos) y se almacena por la mitad del disco. Hay un boot record de NTFS con ubicación fija en los primeros 512 bytes del disco que contiene información sobre la ubicación exacta de la MFT y $MFTMIRR. Si se produce un error al leer la MFT, se usa $MFTMIRR.

Nota: La función NtFsControlFile de la biblioteca NTDLL.DLL permite enviar comandos directamente al file system y, por ejemplo, mover clusters de lugar.