

Sistemas y Aplicaciones
Informáticas

Tema 13. Ficheros. Tipos.
Características. Organizaciones.

1. ÁMBITO DE DOCENCIA.	3
2. FICHEROS.	3
2.1. ESTRUCTURAS DE DATOS EXTERNAS. FICHEROS. CARACTERÍSTICAS.....	3
2.2. REGISTROS.	3
2.2.1. Registros lógicos y físicos. Factor de bloqueo. Buffer de E/S.....	3
2.2.2. Longitud de un registro. Tipos de registro.....	3
2.3. IMPLEMENTACIÓN FÍSICA DE LOS FICHEROS.....	4
2.3.1. Métodos de asignación de espacio.....	4
2.3.1.1. Asignación contigua. Inconvenientes.	4
2.3.1.2. Asignación no contigua. Inconvenientes.	4
2.3.2. Métodos de control de bloques libres.	4
2.4. ESTRUCTURAS INTERNAS DE LOS FICHEROS. MODOS DE ACCESO.	5
3. TIPOS.	5
3.1. SEGÚN SU FUNCIÓN.	5
3.2. SEGÚN SU CONTENIDO.	6
4. ORGANIZACIONES.	6
4.1. DIRECCIONES LÓGICA Y FÍSICA DE UN REGISTRO. ORGANIZACIÓN.....	6
4.2. ORGANIZACIÓN SECUENCIAL.	6
4.2.1. Concepto. Características.....	6
4.2.2. Organización secuencial encadenada. Características.	6
4.3. ORGANIZACIÓN INDEXADA. CARACTERÍSTICAS.....	7
4.4. ORGANIZACIÓN SECUENCIAL INDEXADA.	7
4.4.1. Concepto. Características.....	7
4.4.2. Organización secuencial indexada encadenada. Características.....	8
4.5. ORGANIZACIÓN DIRECTA, RELATIVA O ALEATORIA.	8
4.5.1. Concepto. Características. Direccionamiento.	8
4.5.2. Direccionamiento directo. Características.	8
4.5.3. Direccionamiento aleatorio. Características.....	8
5. OPERACIONES.	9
5.1. SOBRE EL FICHERO.....	9
5.2. SOBRE LOS REGISTROS.....	10

1. Ámbito de docencia.

- Sistemas informáticos monousuario y multiusuario (ASI 1).
- Sistemas informáticos multiusuario y en red (DAI 1).
- Sistemas operativos en entornos monousuario y multiusuario (ESI 1).

2. Ficheros.

2.1. Estructuras de datos externas. Ficheros. Características.

- Una estructura de datos externa es un conjunto de datos organizado que reside en un soporte de almacenamiento secundario. Resuelve dos limitaciones importantes de las estructuras internas:
 - * Los datos desaparecen cuando termina el programa.
 - * La cantidad de datos está limitada por la capacidad de la memoria.
- La estructura de datos externa básica es el fichero, que presenta estas características:
 - * Son dinámicos, puesto que su tamaño puede variar durante la ejecución del programa.
 - * Proporcionan independencia de los datos respecto de los programas. Un mismo fichero puede ser utilizado por diferentes programas y no está limitado al programa que lo creó.
 - * Su capacidad es muy superior a la de la memoria, aunque depende del soporte físico.

2.2. Registros.

2.2.1. Registros lógicos y físicos. Factor de bloqueo. Buffer de E/S.

- Un registro lógico o registro es una estructura que agrupa una serie de datos de distinto tipo y tamaño relacionados entre sí y que representa en su conjunto una unidad de información. Cada uno de los elementos del registro se denomina campo.
- Un registro físico o bloque es la unidad de transferencia de información entre la memoria y el dispositivo de almacenamiento. Su tamaño depende de las características físicas del dispositivo.
- Los registros lógicos y físicos se relacionan mediante el factor de bloqueo, que es el número de registros lógicos que están contenidos en un registro físico. Cuanto mayor sea éste, menor será el número de accesos al dispositivo para procesar un fichero.
- Cuando un programa se accede a un fichero, se transfiere de bloque en bloque su información a un área de memoria principal denominada buffer de E/S, desde donde es procesado por el programa. Asimismo el programa puede transferir información desde esta zona hacia el fichero.

2.2.2. Longitud de un registro. Tipos de registro.

- La longitud de un registro es la suma del tamaño de todos sus campos. Los registros que componen un fichero pueden tener todos la misma longitud, o tener longitudes diferentes. Esto puede ser debido a la existencia de campos de longitud variable, o por haber campos que aparecen un número variable de veces, o por ambas cosas.
- En función de la longitud, los registros pueden ser:
 - * *De longitud fija.* Aquellos cuya longitud es constante.
 - * *De longitud variable.* Aquellos que tienen una parte fija y otra que puede oscilar entre unos valores mínimo y máximo. Al comienzo de cada registro el sistema almacena su longitud.
 - * *De longitud indefinida.* Aquellos cuya longitud no está almacenada, y es necesario por parte de los programas determinar el principio y final de cada registro y de cada campo.

2.3. Implementación física de los ficheros.

2.3.1. Métodos de asignación de espacio.

2.3.1.1. Asignación contigua. Inconvenientes.

- Cada fichero ocupa un conjunto de bloques consecutivos en el disco. La situación de un fichero queda perfectamente determinada por medio de la dirección de su primer bloque y su longitud. Los dispositivos no direccionables como las cintas sólo permiten este tipo de asignación.
- Presenta los siguientes inconvenientes:
 - * Se parte del hecho de conocer el espacio máximo que ocupará un fichero en el instante de su creación, algo que con frecuencia es desconocido. Si el fichero crece y no hay suficientes bloques libres contiguos, es necesario cambiarlo de posición dentro del disco.
 - * Si se manejan ficheros grandes, el tamaño de los bloques libres contiguos tiende a ser cada vez más pequeño resultando inutilizables, por lo que se produce fragmentación externa.

2.3.1.2. Asignación no contigua. Inconvenientes.

- El contenido del archivo se almacena en disco en bloques no consecutivos. De esta manera los archivos pueden crecer o disminuir sin restricción, se realiza un mejor aprovechamiento del espacio de disco y desaparece la fragmentación externa. Sin embargo, se complica la gestión ya que es necesario llevar el control de la secuencia de bloques que forman un archivo.
- Existen varias posibilidades de gestión:
 - * *Lista enlazada de bloques.* Cada archivo está formado por una lista enlazada de bloques de datos, en la que cada bloque contiene un puntero al siguiente bloque. La entrada de directorio guarda la dirección del primer bloque del archivo, y el último bloque contiene una marca de fin de archivo. Presenta los siguientes inconvenientes:
 - El acceso a un determinado bloque supone pasar por todos los bloques anteriores.
 - Si se daña cualquier puntero al siguiente bloque, el resto del fichero queda ilocalizable.
 - * *Tabla de asignación (FAT).* Consiste en mantener una tabla en memoria en la que a cada bloque de disco le corresponde una entrada. El contenido de cada entrada puede ser el número del siguiente bloque de datos del archivo, una marca de fin de archivo o una marca de bloque libre. La entrada en el directorio guarda el número del primer bloque de datos de archivo. Presenta el inconveniente de que el acceso a un determinado bloque supone recorrer la tabla de asignación comenzando por la entrada correspondiente al primer bloque.
 - * *Tabla de bloques de índices.* Existen en el disco bloques de datos y bloques de índices a bloques de datos. Para cada archivo existe una tabla que relaciona el descriptor del archivo con sus correspondientes bloques de datos y bloques de índices. Los bloques de índices pueden apuntar a su vez a otros bloques de índices, posibilitando la existencia de archivos de grandes tamaños. Presenta el inconveniente de que los bloques de índices ocupan espacio en disco que deja de estar disponible para almacenar datos.

2.3.2. Métodos de control de bloques libres.

- Debido a que el espacio de disco es limitado, se hace necesario reutilizar el espacio ocupado por ficheros que han sido borrados para almacenar nuevos ficheros. Por tanto el sistema operativo debe mantener una lista de bloques libres.

- Al crear un fichero, el sistema operativo examina esta lista en busca de bloques libres, los asigna y elimina dichos bloques de la lista. Cuando se borra un fichero de forma efectiva, los bloques que éste ocupaba se añaden a la lista de bloques libres.
- Hay tres métodos para llevar el control de los bloques libres:
 - * *Lista enlazada en memoria.* El sistema sólo mantiene un puntero al primer bloque libre, el cual apunta al siguiente, y así sucesivamente hasta llegar al último bloque libre.
 - * *Indexación.* Trata el espacio libre como si fuera un archivo y utiliza una tabla índice en la que existe una entrada para cada bloque libre del disco.
 - * *Mapa de bits.* Cada bloque del disco se representa por medio de un bit, que estará puesto a un valor lógico concreto si el bloque está asignado a algún fichero y a su complementario cuando el bloque esté libre.

2.4. Estructuras internas de los ficheros. Modos de acceso.

- Las estructuras internas de fichero más comunes son las siguientes:
 - * *Secuencia de bytes.* Consiste en una serie no estructurada de bytes, a los que puede accederse si se conoce su desplazamiento desde el origen.
 - * *Secuencia de registros.* Formada por una serie de registros de longitud fija, cada uno con su propia estructura interna. El acceso al fichero se realiza a través de los registros.
 - * *Árbol de registros.* Consta de un conjunto de registros de longitud variable estructurados en forma de árbol, y ordenados por un campo clave que se encuentra en una posición fija dentro del registro, y mediante la cual se puede acceder a uno en concreto.
- Existen dos modos de acceso principales a la información de los ficheros:
 - * *Secuencial.* Para acceder a un registro es necesario recorrer uno a uno por orden todos los registros partiendo del primero. Es el único modo de acceso en los ficheros de asignación contigua y enlazada, y es una posibilidad en los ficheros de asignación indexada.
 - * *Directo.* Es posible acceder a sus registros o bytes en cualquier orden, tanto en escritura como en lectura. Sólo lo permiten los ficheros de asignación indexada.

3. Tipos.

3.1. Según su función.

- **Permanentes.** Contiene información relevante para una aplicación y su funcionamiento. Generalmente no pueden crearse a partir de otros ficheros. A su vez se clasifican en:
 - * *Maestros.* Contienen el estado actual de los datos susceptibles de ser modificados. Todos los procesos están orientados a actualizar los ficheros maestros o a obtener datos de ellos.
 - * *Constantes.* Es aquel que contiene datos fijos para la aplicación, de sólo lectura.
 - * *Históricos.* Contiene datos que fueron actuales en un tiempo anterior, se conservan para reconstruir la situación actual.
- **Temporales.** Contiene información relevante para un determinado proceso de la aplicación. Se genera a partir de los datos de ficheros permanentes y su vida es corta. Pueden ser:
 - * *Intermedios.* Se utilizan para almacenar los resultados de un programa que han de ser utilizados por otro dentro de una misma tarea.

- * *De maniobras.* Se utilizan para almacenar datos propios de un programa que éste no puede conservar en memoria principal.
- * *De resultados.* Usados para almacenar datos elaborados que van a ser transferidos a un dispositivo de salida.

3.2. Según su contenido.

- **Ficheros de texto.** Consisten en sucesiones de caracteres producto de la conversión del formato interno de los datos a un código alfanumérico. Son de acceso secuencial y están organizados en registros de longitud indefinida separados por un carácter especial de fin de línea. No hay una relación uno a uno entre los datos existentes en la memoria y los que aparecen en el soporte.
- **Ficheros binarios.** Son una imagen del formato interno de los datos en la memoria. Son de acceso directo, y se organizan en registros de longitud fija o en secuencias de bytes.

4. Organizaciones.

4.1. Direcciones lógica y física de un registro. Organización.

- La dirección lógica de un registro es la posición relativa que ocupa en el fichero desde el punto de vista del programa de usuario, mientras que la dirección física es la dirección hardware efectiva donde se encuentra dicho registro en el soporte de almacenamiento.
- El sistema operativo ha de realizar la transformación de la dirección lógica usada en los programas en la dirección física con la que se direcciona en el soporte, y viceversa.
- La organización de un fichero define la relación entre las direcciones lógicas y las direcciones físicas de los registros, y la manera en la que éstos se almacenan físicamente en el fichero.

4.2. Organización secuencial.

4.2.1. Concepto. Características.

- Un fichero con organización secuencial es aquel en el que los registros se van grabando uno a continuación de otro según su orden de llegada, sin dejar huecos en medio. Existe por tanto una correspondencia total entre el orden lógico y el orden físico de los registros.
- La organización secuencial presenta las siguientes características:
 - * Aprovecha al máximo el soporte, al no dejar huecos entre los registros, y se puede grabar en cualquier tipo de soporte, tanto secuencial como direccionable.
 - * El acceso al registro siguiente es muy rápido, por lo que se hace ideal cuando en cada operación de actualización o consulta se van a procesar la mayoría de los registros.
 - * El único modo de acceso es el acceso secuencial. Esto hace que este tipo de organización no sea adecuado para ficheros en los que se necesita procesar frecuentemente registros aislados.
 - * No se pueden insertar registros entre los que ya están grabados, sólo se permite al final del fichero. En dispositivos secuenciales no es posible hacer modificaciones o borrado de registros. Si el soporte es direccionable, las modificaciones pueden hacerse sobre el mismo registro, y el borrado puede realizarse de forma lógica.

4.2.2. Organización secuencial encadenada. Características.

- Es una variante de la organización secuencial para soportes direccionables, en la que junto a cada registro se almacena un puntero a la dirección del registro siguiente según su orden lógico.

- Los ficheros con organización secuencial encadenada presentan las siguientes características:
 - * Los registros se almacenan secuencialmente según su orden de llegada, pero se utilizan los punteros para mantener la secuencia lógica. Las inserciones se graban al final del fichero.
 - * Ocupan más espacio que los ficheros secuenciales ya que debe almacenarse los punteros.
 - * Los registros pueden borrarse lógicamente, pero siguen ocupando espacio en el soporte.

4.3. Organización indexada. Características.

- Es un tipo de organización para dispositivos direccionables, por la que cada registro se identifica unívocamente mediante una clave formada por un campo o una combinación de campos.
- La organización indexada presenta las siguientes características:
 - * Los registros se colocan secuencialmente según su orden de llegada sobre el soporte. El fichero puede ser utilizado de forma secuencial o de forma directa a través de la clave.
 - * Para calcular la dirección de un registro, se parte del valor de la clave efectuando una búsqueda en una tabla de índices asociada que contiene la clave del registro y su dirección en el disco. La tabla de índices puede almacenarse en el mismo fichero o en un fichero separado, y es el sistema operativo el encargado de mantener ordenadas las claves.
 - * Permite la inserción de registros, y su eliminación por supresión de la clave. Es posible también la modificación de registros, aunque la clave no es modificable.
 - * Si el índice contiene las claves de todos los registros del fichero, el índice es denso. En caso contrario el índice es no denso, accediéndose a los demás por encadenado o por secuencia.

4.4. Organización secuencial indexada.

4.4.1. Concepto. Características.

- Es un tipo de organización para dispositivos direccionables, por la cual los registros se agrupan en bloques apuntados por una serie de índices. Los ficheros constan de tres áreas:
 - * *Área primaria.* Contiene el conjunto de bloques de registros. Dentro de cada bloque los registros se ordenan secuencialmente por el valor de la clave.
 - * *Área de índices.* Es un fichero secuencial creado por el sistema, en el que cada entrada contiene la dirección de comienzo de un bloque y la clave del último registro del mismo.
 - * *Área de desbordamiento.* Utilizado para añadir nuevos registros que no pueden ser colocados en el área primaria cuando se produce una actualización del fichero.
- La organización secuencial indexada presenta las siguientes características:
 - * El área primaria y el área de índices están ordenados por la clave, lo que facilita el acceso secuencial y los tiempos de acceso son buenos siempre que el fichero no esté desbordado.
 - * Sólo permite la inserción de registros al final del área de desbordamiento. En esta zona los registros están desordenados. La eliminación de registros es lógica.
 - * Resulta útil cuando se debe combinar consultas a registros concretos (acceso rápido y directo a registros) y el procesamiento secuencial de todo el archivo (tratamiento de grandes volúmenes de información). Sin embargo, la gestión de desbordamiento es compleja y degrada las prestaciones hasta hacer necesaria una reorganización periódica de los ficheros.

4.4.2. Organización secuencial indexada encadenada. Características.

- Es una variante de la organización secuencial indexada, en la que el último registro de cada bloque en el área primaria puede contener uno de los siguientes:
 - * Un puntero que indica la dirección de inicio del bloque que contiene los registros consecutivos siguientes en el área de desbordamiento.
 - * Un puntero que indica la dirección del siguiente registro situado en el área de desbordamiento, si no está dividida en bloques.
- A su vez el último registro del área de desbordamiento debe contener también un puntero con la dirección necesaria para volver al bloque siguiente correspondiente al área primaria.

4.5. Organización directa, relativa o aleatoria.

4.5.1. Concepto. Características. Direccionamiento.

- Es un tipo de organización para dispositivos direccionables, mediante la cual cada registro se almacena en una dirección que depende del valor de su clave. De esta manera, es posible acceder directamente a un registro sin necesidad de pasar por los demás.
- La organización directa presenta las siguientes características:
 - * La relación entre clave y dirección de un registro la define el programador y sólo él es responsable de manejarla correctamente. El acceso a un registro se hace indicándole al sistema su dirección relativa dentro del fichero, el sistema operativo no nos avisa de posibles errores que se produzcan el cálculo de la dirección.
 - * La eliminación de registros es física, y es posible la modificación directa de los mismos.
 - * El direccionamiento es la técnica utilizada para convertir el valor de la clave de un registro en la dirección de almacenamiento dentro del fichero. Debe ser fácil de aplicar y eficiente con el espacio del soporte ocupado.

4.5.2. Direccionamiento directo. Características.

- En este caso la dirección de almacenamiento del registro está indicado por la propia clave, que es igual a su número de orden respecto al inicio del fichero.
- Estos ficheros presentan las siguientes características:
 - * Están divididos en huecos de longitud fija donde se colocan los registros, que se almacenan en la secuencia de su número de orden. Por tanto, desaprovechan espacio del soporte de almacenamiento y no permiten el procesamiento secuencial del fichero.
 - * Se pueden insertar registros siempre que el hueco que les corresponda por su número relativo esté vacío. El espacio que deja libre el borrado de un registro puede utilizarse para insertar un nuevo registro con el mismo número relativo.
 - * El uso de direcciones relativas elimina la necesidad de indicar direcciones físicas dependientes del dispositivo. Si i es la posición relativa del registro buscado y n el tamaño de cada registro, la dirección del registro i -ésimo será igual a $\text{dirección fichero} + (i-1) * n$.

4.5.3. Direccionamiento aleatorio. Características.

- En este caso la dirección de almacenamiento del registro se calcula mediante una función matemática definida sobre la clave denominada función hash.
- Estos ficheros presentan las siguientes características:

- * Una función hash debe dispersar aleatoria y uniformemente las claves a través de las direcciones disponibles, con el fin de que una concentración en los valores de la clave no se traslade a una concentración en el almacenamiento. Las más importantes son:
 - Truncamiento. Ignorando parte de la clave y utilizando los dígitos restantes.
 - Plegado. Dividiendo la clave en varias partes para sumarlas o multiplicarlas después.
 - Mitad del cuadrado. Elevando al cuadrado la clave y cogiendo los dígitos centrales.
 - Aritmética modular. La dirección es el resto de la división de la clave entre el número primo más cercano por debajo del número de direcciones.
- * Cuando dos o más claves diferentes dan como resultado la misma dirección se dice que producen sinónimos, y que los registros colisionan. Las técnicas de tratamiento de sinónimos se encargan de encontrar una posición libre en caso de colisión:
 - Encadenamiento directo. Crea una zona especial denominada área de desbordamiento en la que se grabarán todos los registros que dieron lugar a un sinónimo.
 - Búsqueda lineal. Si la dirección asignada está ocupada, el registro se aloja en la dirección siguiente libre más próxima. La búsqueda lineal tiende a concentrar los registros alrededor de la primera dirección ocupada.
 - Búsqueda aleatoria. Genera la nueva dirección mediante una función del tipo $(r+m) \bmod t$, siendo m y t números primos y r la dirección hash inicialmente calculada.
 - Hashing doble. Genera una nueva dirección hash con una función distinta a la primera.

5. Operaciones.

5.1. Sobre el fichero.

- **Creación**. Para poder realizar cualquier operación sobre un fichero es necesario que exista previamente. La creación física de un fichero corre a cargo del sistema operativo. En el momento de la creación puede añadirse la información requerida para su posterior tratamiento, o bien puede crearse vacío para que otros procesos hagan esta tarea.
- **Apertura**. Para garantizar la independencia del soporte de almacenamiento, el sistema operativo crea un dispositivo lógico temporal que tiene asociados un identificador y un buffer de E/S. Antes de realizar cualquier operación sobre un fichero, es necesario abrirlo para que el sistema operativo relacione el dispositivo lógico con el fichero físico, y para indicarle el tipo de operaciones que vamos a realizar, ya sea de entrada, de salida o ambos.
- **Cierre**. Una vez finalizadas las operaciones efectuadas sobre el fichero, es necesario cerrarlo para destruir las estructuras que se han creado para abrirlo, tanto del programa como del sistema operativo. También actualiza totalmente el fichero, escribiendo toda la información que pudiera quedar en el buffer de E/S. Para poder cerrar un fichero debe estar previamente abierto.
- **Borrado**. Es la operación inversa a la creación. Consiste en la supresión del fichero del soporte de almacenamiento, que debe estar previamente cerrado. El espacio ocupado por el fichero borrado puede ser utilizado posteriormente por otros ficheros.
- **Ordenación**. Consiste en disponer lógicamente todos los registros de un fichero según los valores crecientes o decrecientes de uno o varios de sus campos.

- **Fusión.** Permite obtener a partir de varios ficheros ordenados por un mismo campo y con la misma estructura, otro fichero que contenga todos los registros de ambos y que se mantenga ordenado por el mismo campo.
- **Intersección.** Consiste en crear un nuevo fichero a partir de campos comunes de dos o más ficheros. El fichero resultado y los ficheros origen pueden tener la misma o distinta estructura.
- **Partición.** Permite obtener varios ficheros a partir de un único fichero, de acuerdo con alguna condición que deben cumplir los registros.
- **Compactación.** Tiene como fin reorganizar físicamente los registros de un fichero para eliminar los huecos libres que se producen por la eliminación de registros.
- **Duplicado.** A partir de un fichero origen, consiste en crear un nuevo fichero con la misma estructura y el mismo contenido que el primero, dejando intacto el fichero original. Es una operación recomendable como medida de seguridad.

5.2. Sobre los registros.

- **Recuperación de información.** Consiste en acceder a la información almacenada en los registros del fichero para poder ser consultada. Las operaciones más utilizadas son:
 - * *Consulta.* Acceso a uno o varios registros para ver el contenido de todos sus campos o solo parte de ellos. Normalmente este tipo de operación da como resultado una salida por pantalla de los datos consultados.
 - * *Listado.* Se diferencia de la consulta en que la información se presenta sobre papel.
- **Mantenimiento de los datos.** Permite tener actualizado el fichero mediante la escritura de nuevos registros y la eliminación o modificación de los ya existentes. Puede afectar a parte o la totalidad de los campos. Las operaciones que pueden realizarse son las siguientes:
 - * *Alta.* Consiste en añadir registros a un fichero, comprobando previamente que no existen. Según su organización, pueden añadirse al final o entre los registros del fichero.
 - * *Modificación.* Consiste en alterar uno o varios campos de uno o varios registros de un fichero. Esta operación requiere un primer proceso de lectura para localizar el registro que se desee modificar, y un segundo proceso para la actualización de todo o parte del registro.
 - * *Baja.* Consiste en eliminar determinados registros de un fichero. Hay dos tipos:
 - Físico. Los registros son realmente eliminados del fichero, liberando el espacio ocupado en el dispositivo externo donde se encontraban almacenados.
 - Lógico. Se realiza marcando el registro mediante un campo existente en su estructura (flag) que forma parte integrante de los datos. Los registros se mantienen físicamente en el fichero y en consecuencia siguen ocupando espacio en el soporte de almacenamiento.