

Chapter 2: File System

Operating system

TS. DO TIEN DUNG

dungdt@ptit.edu.vn



Posts and Telecommunications
Institute of Technology
Faculty of Information Technology 1



Faculty of Information Technology
Post and Telecommunication Institute of Technology

August 15, 2023

FAT file system

Logic disk

Boot sector

FAT table

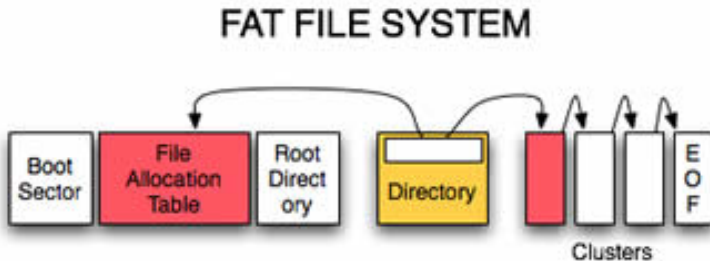
Root folder

Disk reading function

Practices

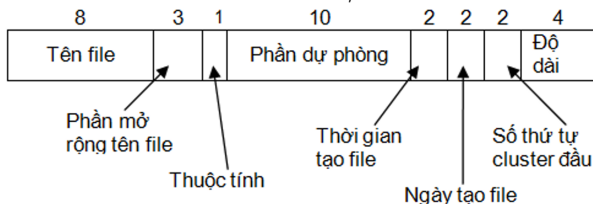
1. Definitions
2. File access methods
3. File Operations
4. Folder
5. File volume allocation
6. Disks management
7. File systems robustness
8. File systems security
9. FAT files system

- ▶ The FAT system was designed for use in DOS, and was later used in several versions of Windows 3.0, 3.1, 95/98.



- ▶ Currently, FAT is still a popular system, used in most OSs today to manage memory cards, floppy disks, and CDs.
- ▶ 3 versions: FAT12, FAT16, FAT32

- Numbers are FAT table size: 12, 16 và 32 bit



- Currently, FAT32 is often used for hard disks, FAT16 is used for small capacity external memory devices such as CDs and external memory cards.

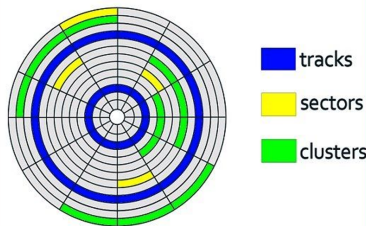
- ▶ The organizational unit in the FAT file system is the logical disk
- ▶ The units for allocating space on disk (logical blocks) are clusters.
- ▶ Each cluster contains a number of sectors equal to the power of 2

Sector is smallest unit
to read or write data

1 sector = 512byte

Cluster is allocated unit
including some sectors
smallest unit
that OS allocate for file
2KB-32KB

Hard disk drive structure



► Organized information on logical disks:

Boot sector và các khối dự phòng	Bảng FAT1	Bảng FAT2	Thư mục gốc (chỉ có trên FAT12 và FAT16)	Phần còn lại cho tới cuối đĩa chứa các file và thư mục của đĩa lô gic
-------------------------------------	-----------	-----------	---	--

► **Boot sector:**

- The first sector of the logical disk
 - Contains information describing the logical disk structure: sector size, cluster size, FAT table size
 - Contains primer code to load the OS if the logical disk is the boot disk
- **FAT:** Index table manages block allocation for files. Because this area information is so important, OSs often maintain two FAT tables, of which one is a copy of the other. The number of FAT can change and is recorded in the Boot sector.

- Organizing information on logical disks:

Boot sector và các khối dự phòng	Bảng FAT1	Bảng FAT2	Thư mục gốc (chỉ có trên FAT12 và FAT16)	Phần còn lại cho tới cuối đĩa chứa các file và thư mục của đĩa lô gic
-------------------------------------	-----------	-----------	---	--

- **ROOT root directory:** this area contains the root directory, the top directory of the disk. The size of this area is equal to the maximum number of entries in the root directory and recorded in the boot sector. FAT32 does not use this area but stores the root directory like files in a regular directory.
- **Data area:** contains files and folders of logical disk

Boot sector is the first sector on the disk and contains information describing the disk structure along with code to load the OS for the OS boot disk. The specific structure of the first 32 Byte boot sector is as follows:

Vị trí	Độ dài	Ý nghĩa
0	3	Lệnh Jump. Chỉ thị cho CPU bỏ qua phần thông tin và nhảy tới thực hiện phần mã khởi động của hệ điều hành nếu đây là đĩa khởi động.
3	8	Tên hãng sản xuất, bổ sung dấu trắng ở cuối cho đủ 8B. Ví dụ: IBM 3.3, MSDOS5.0.v.v.
11	2	Bytes per sector. Kích thước sector tính bằng byte. Giá trị thường gặp là 512 đối với đĩa cứng. Đây cũng là vị trí bắt đầu của Khối Thông số BIOS (BIOS Parameter Block, viết tắt là BPB)
13	1	Sectors per cluster. Số sector trong một cluster, luôn là lũy thừa của 2 và không lớn hơn 128.
14	2	Reserved sectors. Số lượng sector dành cho vùng đầu đĩa đến trước FAT, bao gồm boot sector và các sector dự phòng.
16	1	Số lượng bảng FAT. Thường bằng 2.
17	2	Số khoản mục tối đa trong thư mục gốc ROOT. Chỉ sử dụng cho FAT12 và FAT16. Bằng 0 với FAT32.
19	2	Total sector. Tổng số sector trên đĩa. Nếu bằng không thì số lượng sector được ghi bằng 4 byte tại vị trí 0x20.
21	1	Mô tả loại đĩa. Ví dụ 0xF0 là đĩa mềm 3.5" hai mặt với 80 rãnh trên mỗi mặt, 0xF1 là đĩa cứng .v.v.
22	2	Sectors per FAT. Kích thước FAT tính bằng sector (đối với FAT12/16)
24	2	Sectors per track. Số sector trên một rãnh.
26	2	Number of heads. Số lượng đầu đọc (mặt đĩa được sử dụng)
28	4	Hidden sectors. Số lượng sector ẩn.
32	4	Total sector. Tổng số sector trên đĩa cho trường hợp có nhiều hơn 65535.

Subsequent bytes with FAT12/16:

Vị trí	Độ dài	Ý nghĩa
36	1	Số thứ tự vật lý của đĩa (0: đĩa mềm, 80h: đĩa cứng .v.v.)
37	1	Dự phòng
38	1	Dấu hiệu của phần mã mỗi. Chứa giá trị 0x29 (ký tự ')') hoặc 0x28.
39	4	Số xê ri của đĩa (Volume Serial Number) được tạo lúc format đĩa
43	11	Volume Label: Nhãn của đĩa được tạo khi format.
54	8	Tên hệ thống file FAT, ví dụ "FAT12 ", "FAT16 "
62	448	Mã mỗi hệ điều hành, đây là phần chương trình tải hệ điều hành khi khởi động.
510	2	Dấu hiệu Boot sector (0x55 0xAA)

Subsequent bytes with FAT32

Vị trí	Độ dài	Ý nghĩa
36	4	Sectors per FAT. Kích thước FAT tính bằng sector.
0x28	2	Cờ của FAT
0x2a	2	Version. Phiên bản.
0x2c	4	Số thứ tự của cluster đầu tiên của thư mục gốc root.
0x30	2	Số sector của Information Sector. Đây là phần nằm trong số sector dự phòng ngay sau boot sector.
0x32	2	Số thứ tự sector đầu tiên của bản sao của boot sector (nếu có)
0x34	12	Dự phòng
0x40	1	Số thứ tự vật lý của đĩa
0x41	1	Dự phòng
0x42	1	Dấu hiệu của phần mã mở rộng.
0x43	4	Số xê ri của đĩa (Volume Serial Number)
0x47	11	Volume Label
0x52	8	"FAT32"
0x5a	420	Mã môi hệ điều hành
0x1FE	2	Dấu hiệu Boot sector (0x55 0xAA)

- ▶ Manage clusters on disks and files according to the following principles:
 - Blocks belonging to the same file are linked into a list
 - The pointer is in the corresponding cell of the FAT table
- ▶ Each cell in the FAT table corresponds to a cluster on the disk, containing one of the following information:
 - The next cluster in the list of blocks of the file
 - End sign if the cell corresponds to the last cluster of the file
 - Sign if cluster is broken and not in use
 - Sign for Redundant cluster
 - Empty table if the cluster is empty and has not allocated any files

FAT file system (cont.)

FAT table

- ▶ The first cluster of the data area is labeled with 2
- ▶ The first two cells of the FAT table are not used for cluster management

FAT12	FAT16	FAT32	Ý nghĩa
0x000	0x0000	0x00000000	Cluster trống
0x001	0x0001	0x00000001	Cluster dự phòng, không được sử dụng
0x002–0xFE F	0x0002–0xFFEF	0x00000002–0xFFFFFE F	Cluster đã được cấp cho file. Chứa số thứ tự cluster tiếp theo của file.
0xFF0–0xFF6	0xFFF0–0xFFF6	0xFFFFFFFF0–0xFFFFFFFF6	Cluster dự phòng
0xFF7	0xFFFF7	0xFFFFFFFF7	Cluster hỏng.
0xFF8–0xFF F	0xFFFF8–0xFFFFF	0xFFFFFFFF8–0xFFFFFFFFF	Cluster cuối cùng của file

Boot sector và các khối dự phòng	Bảng FAT1	Bảng FAT2	Thư mục gốc (chỉ có trên FAT12 và FAT16)	Phần còn lại cho tới cuối đĩa chứa các file và thư mục của đĩa lô gic
---	------------------	------------------	---	--

- ▶ Each folder is stored in the folder table, which is essentially a special file containing the folder's items
- ▶ Each entry contains information about a file or subfolder of the current folder
- ▶ With FAT12/16, the top folder of the disk is contained in a special area called the root folder.
- ▶ The lower level folders/root folders of FAT32 are contained in the data area on the disk

► Each folder consists of 32-byte entries

Vị trí	Độ dài	Mô tả
0	8	Tên file, thêm bằng dấu trắng ở cuối nếu ngắn hơn 8 byte
8	3	Phần mở rộng, thêm bằng dấu trắng ở cuối nếu ngắn hơn 3 byte
11	1	Byte thuộc tính của file. Các bit của byte này nếu bằng 1 sẽ có ý nghĩa như sau:
		<div>Bit 0: file chỉ được đọc; Bit 1: file ẩn; Bit 2: file hệ thống;</div> <div>Bit 3: Volume label; Bit 4: thư mục con Bit 5: archive;</div> <div>Bit 6: thiết bị nhớ khác (dùng cho hệ điều hành); Bit 7: không sử dụng</div>
		Byte thuộc tính bằng 0x0F là dấu hiệu của file tên dài.
12	1	Dự phòng
13	1	Thời gian tạo file tính theo đơn vị 10ms, giá trị từ 0 đến 199
14	2	Thời gian tạo file theo format sau: bit 15-11: giờ (0-23); bit 10-5: phút (0-59); bit 4-0: giây/2 (0-29)
16	2	Ngày tạo file theo format sau. <i>Bit 15-9</i> : năm (0-1980, 127=2107); <i>bit 8-5</i> : tháng (1-12); <i>bit 4-0</i> : ngày (1-31)
18	2	Ngày truy cập cuối, theo format như ngày tạo file
20	2	2 byte cao của số thứ tự cluster đầu tiên của file trong FAT32
22	2	Thời gian sửa file lần cuối, theo format thời gian tạo file
24	2	Ngày sửa file lần cuối, theo format như ngày tạo file
26	2	Số thứ tự cluster đầu tiên của file trong FAT12/16.
28	4	Kích thước file tính bằng byte. Bằng 0 với thư mục con

► **int absread**(int *drive*, int *nsects*, long *lsect*, void **buffer*)

- drive: drive to read, A: 0, B:1, C:2
- nsects: number of sectors to read
- lsect: sector location where reading begins
- buffer: Memory area stores the information that needs to be read

Students write programs in C/C++ to perform the following contents:

1. Read and print information from BOOT.
2. Read, analyze, display FAT table content.
3. Read, analyze, display ROOT.
4. Browse the numbers or contents of clusters of the given file.

Students write $C/C++$ program for following exercises:

1. **Exercise 1:** Write a program to show information in boot sector
2. **Exercise 2:** Write a program to read FAT table and print out first 100 FAT cells to screen
3. **Exercise 3:** Write a program to read BOOT sector and print out the content like DIR command
4. **Exercise 4:** Giving a file name in ROOT, write a program to find all clusters of that file
5. **Exercise 5:** Write a program to find the number of empty cluster in first 100 clusters of disk

FAT16 file system exercises:

1. **Bài 1:** Write a program to count the number of empty cluster in first 100 cluster of disk D.
2. **Bài 2:** Write a program to print out the content of first 50 FAT cells in disk C.
3. **Bài 3:** Assume FAT table is read in memory at the address $\ll int * fat \gg$, and a file is stored in the first cluster of n. Write a program to list all cluster of that file.

Chapter 2

- ▶ FAT file system
 - Logic disk
 - Boot sector
 - FAT table
 - Root folder
 - Disk reading function
 - Exercises

Chapter 3 Memory management

- ▶ Address and related issues
- ▶ Some program management
- ▶ Memory management works