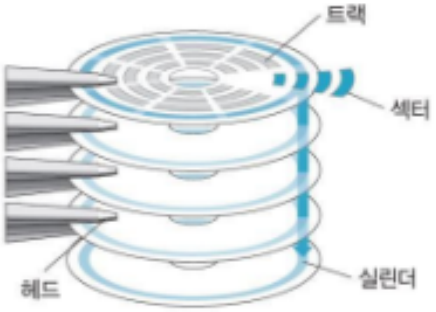
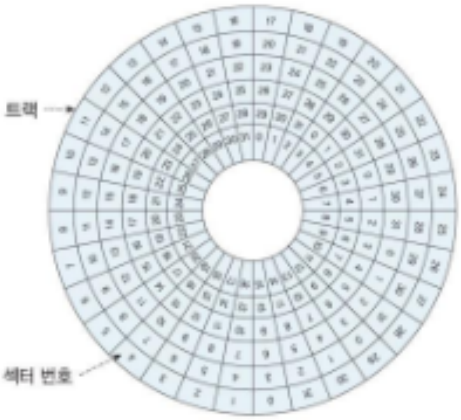
9주차 Disk System ~ File System Implementation

Disk System

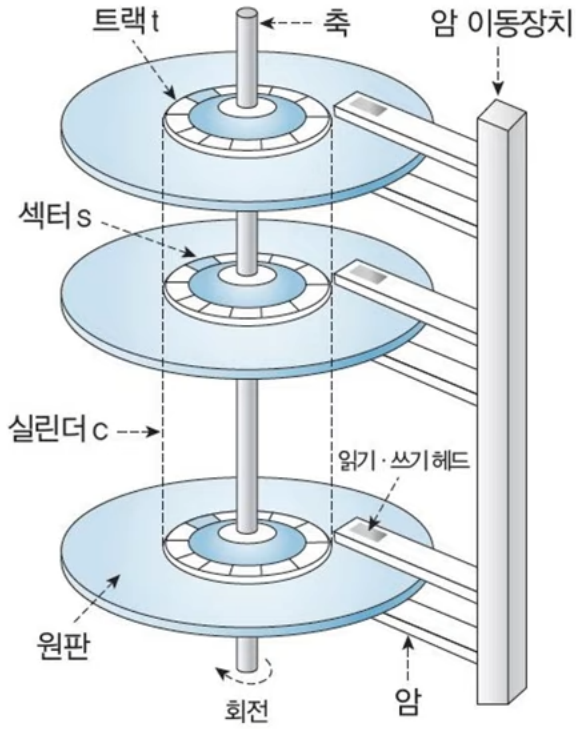
- Disk pack
  - 데이터 영구 저장 장치 (비휘발성)
  - 구성
    - Sector : 데이터 저장/판독의 물리적 단위
    - Track : Platter 한 면에서 중심으로 같은 거리에 있는 sector들의 집합 (원)
    - Cylinder : 같은 반지름을 갖는 track의 집합
    - Platter : 양면에 자성 물질을 입힌 원형 금속판, 데이터의 기록/판독이 가능한 기록 매체
    - Surface : Platter의 윗면과 아랫면





- Disk drive (HDD)
  - Disk pack에 데이터를 기록하거나 판독할 수 있도록 구성된 장치
  - 구성
    - Head: 디스크 표면에 데이터를 기록/판독
    - Arm: Head를 고정/지탱
    - Positioner (boom): Arm을 지탱, Head를 원하는 원하는 track으로 이동
    - Spindle : Disk pack을 고정 (회전축), 분당 회전 수 (RPM, Revolutions Per Minute, Spindle이 얼마나 빨리 돌 수 있는지, 빨리 돌 수록 정보를 빨리 읽을 수

있다.)

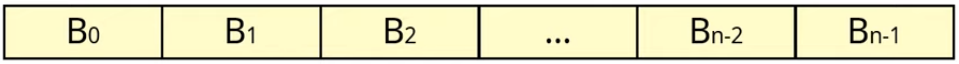


Disk Address

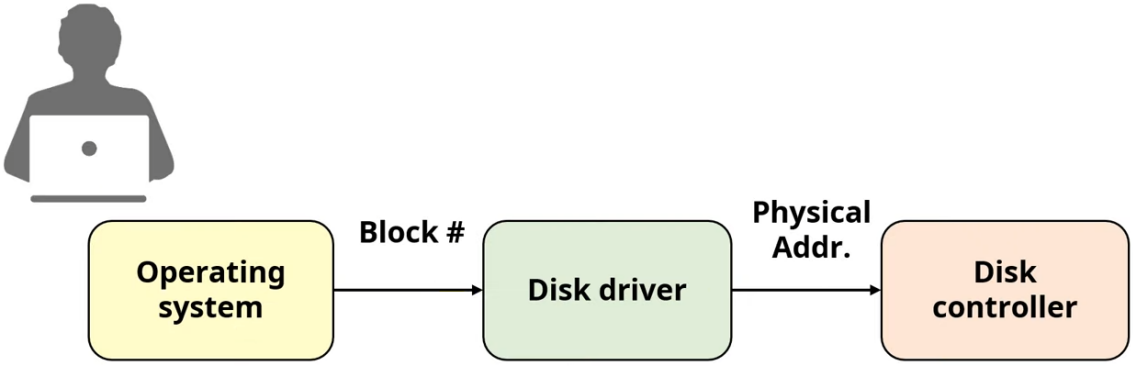
- Physical disk address, 원하는 sector를 찾아가기 위해 필요한 것
  - Sector (물리적 데이터 전송 단위)를 지정

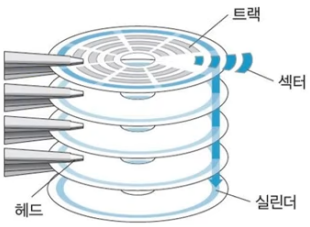
(a)	Cylinder Number	Surface Number	Sector Number
(b)	Surface Number	Cylinder Number	Sector Number

- Logical disk address: relative address
  - OS는 Disk system의 데이터 전체를 block들의 나열로 취급
    - Block에 번호 부여
    - 임의의 block에 접근 가능
  - Block 번호 ➔ physical address 모듈 필요 (disk driver)



Disk Address Mapping





- Disk driver : HW 제조사에서 제공

Data Access in Disk System

1. Seek time : 디스크 head를 필요한 cylinder로 이동하는 시간
2. Rotational delay : 1 이후에서 부터, 필요한 sector가 head 위치로 도착하는 시간
3. Data transmission time : 2 이후에서 부터, 해당 sector를 읽어서 전송(or 기록)하는 시간

- Data access time = 1 + 2 + 3

File System

- 사용자들이 사용하는 파일들을 관리하는 운영체제의 한 부분
- File system의 구성
  - Files : 연관된 정보의 집합
  - Directory structure : 시스템 내 파일들의 정보를 구성 및 제공

- Partitions : Directory들의 집합을 논리적/물리적으로 구분 (c드라이브, d드라이브…)

File Concept

- File : 보조 기억 장치에 저장된 연관된 정보들의 집합
  - 보조 기억 장치 할당의 최소 단위
  - Sequence of bytes (물리적 정의) : 바이트들의 집합
- 내용에 따른 분류
  - Program file
    - Source program, object program, executable files
  - Data file
- 형태에 따른 분류
  - Text (ascii) file : 우리가 읽을 수 있는 문자들로 이루어진 파일
  - Binary file : 0110110
- File attributes (속성)
  - Name
  - Identifier
  - Type
  - Location
  - Size
  - Protection
    - access control information
  - User identification (owner)
  - Time, date
    - creation, late reference, last modification
- File operations (파일에 할 수 있는 연산들)
  - Create, Write, Read, Reposition, Delete 등등

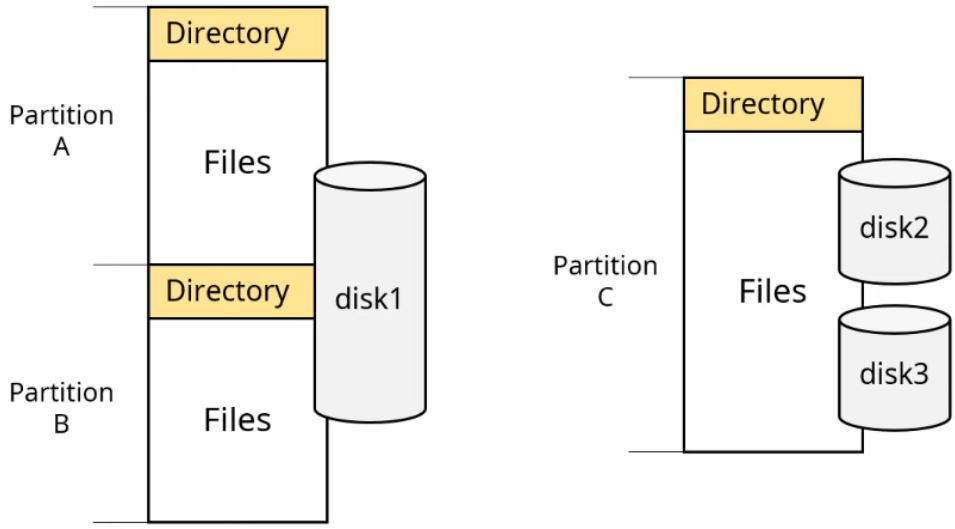
- OS는 file operation들에 대한 system call(사용자가 사용할 수 있는 기능의 집합)을 제공해야 함

File Access Methods

- Sequential access (순차 접근)
  - File을 record(or bytes) 단위로 순서대로 접근 (ex. fgetc())
- Directed access (직접 접근)
  - 원하는 Block을 직접 접근 (ex. lseek(), seek())
- Indexed access
  - Index를 참조하여, 원하는 block를 찾은 후 데이터에 접근

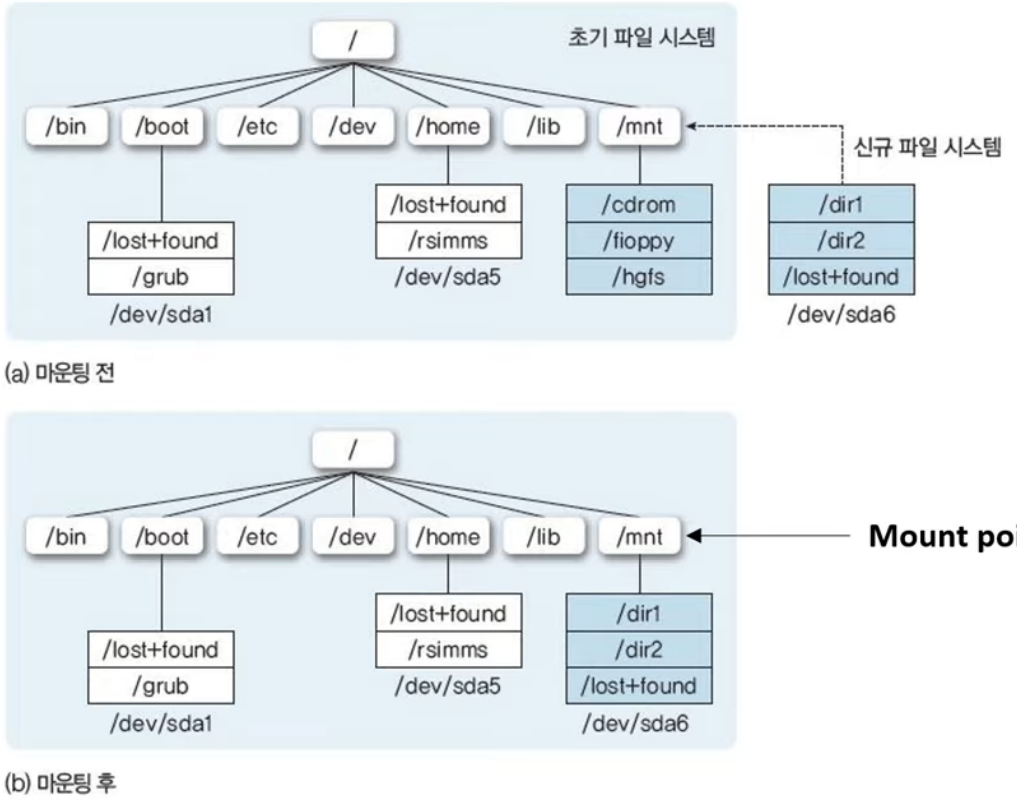
File System Organization

- Partitions (minidisks, volumes)
  - Virtual disk
  - 논리적으로 나눈 디스크



- Directory (folder)
  - File 들을 분류, 보관하기 위한 개념
  - Operations on directory

    - Search for a file, Create a file, Delete a file, List a directory, Rename a file, Traverse the file system (탐색)
    - OS가 system call(사용자가 사용할 수 있는 기능의 집합)을 통해 제공함
- Mounting : 현재 FS에 다른 FS를 붙이는 것



    - mount point : 마운팅 하는 지점

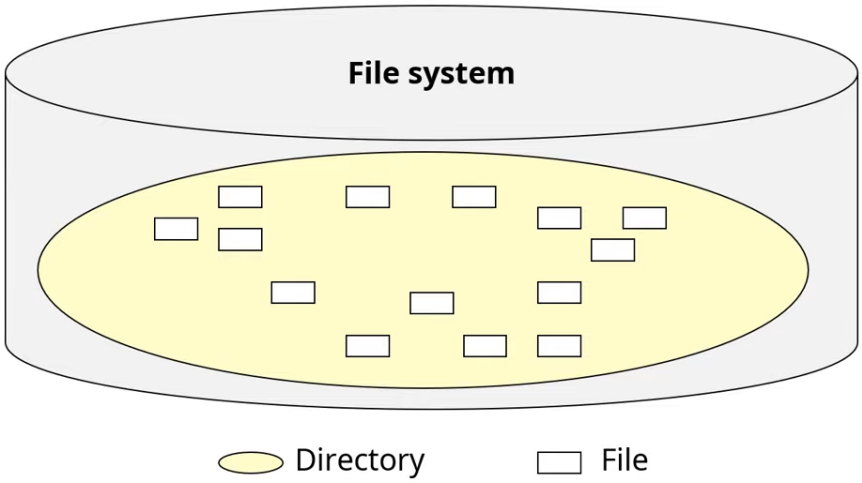
Directory Structure

- Logical directory structure
    - Flat (single-level) directory structure
    - 2-level directory structure
    - Hierarchical (tree-structure) directory structure
    - Acyclic graph directory structure
    - General graph directory structure

Flat Directory Structure

- FS내에 하나의 directory만 존재
  - Single-level directory structure (계층이 없음)
  - ex. 초창기의 MP3
- Issues
  - File naming - 파일의 이름을 짓기 어렵다.
  - File protection - 파일이 덮어 씌워질 확률이 높아진다. 파일을 보호하기 어려워진다.
  - File management - 파일을 분류하거나 보관하기 힘들어진다.

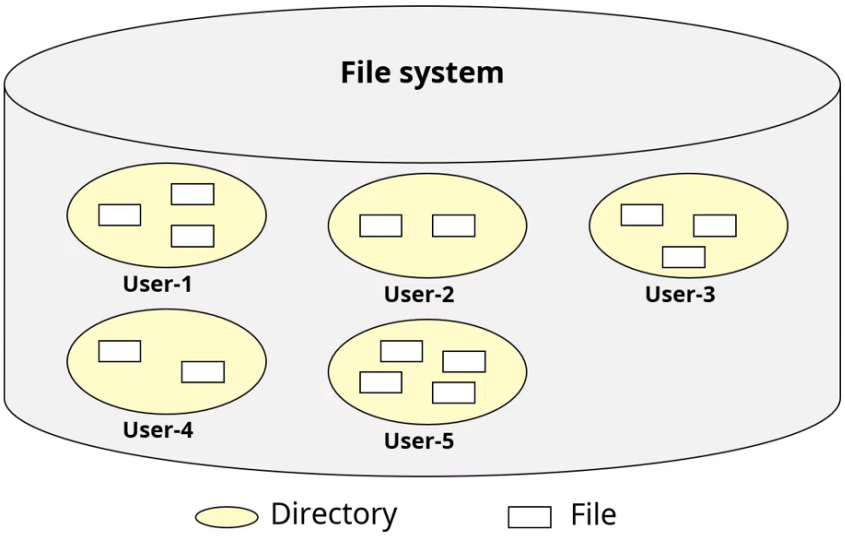
  * 다중 사용자 환경에서 문제가 더욱 커짐



2-Level Directory Structure

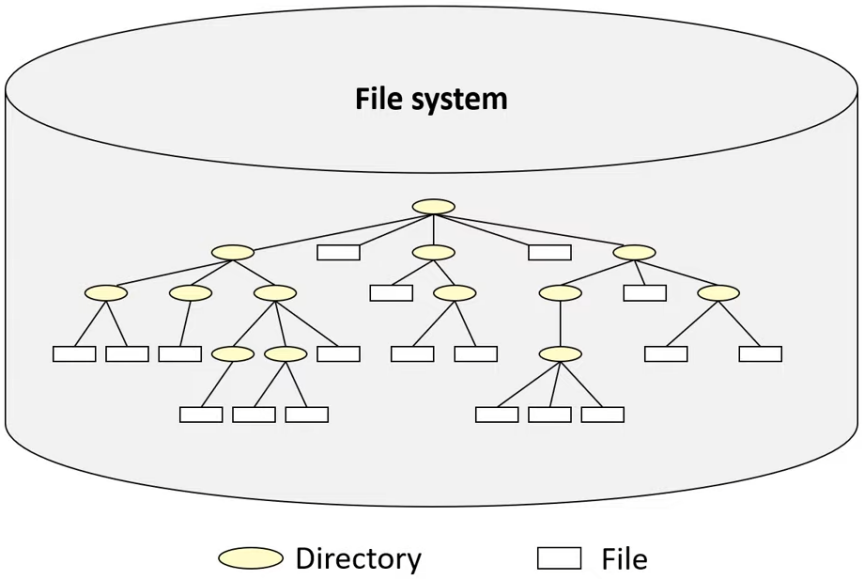
- 사용자 마다 하나의 directory 배정
- 구조
  - MFD (Master File Directory)
  - UFD (User File Directory)
- Problems
  - Sub-directory 생성 불가능
    - File naming issue

- 사용자간 파일 공유 불가 - 파일을 공유하려면 폴더 전체를 공유해줘야 함



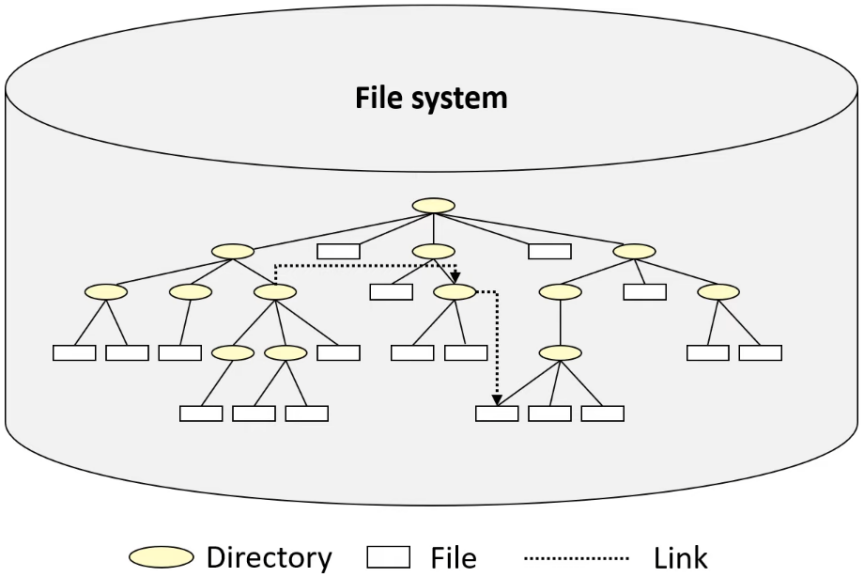
Hierarchical Directory Structure

- Tree 형태의 계층적 directory 사용 가능
- 사용자가 하부 directory 생성/관리 가능
  - System call이 제공되어야 함 (디렉토리 관리)
  - Terminologies
    - Home directory (root directory), Current directory (현재 위치)
    - Absolute pathname (절대경로)
      - Home directory ~ 목표까지 다 적는 것
    - Relative pathname (상대경로)
      - Current directory로 부터 목표를 찾아가는 것
- 대부분의 OS가 사용



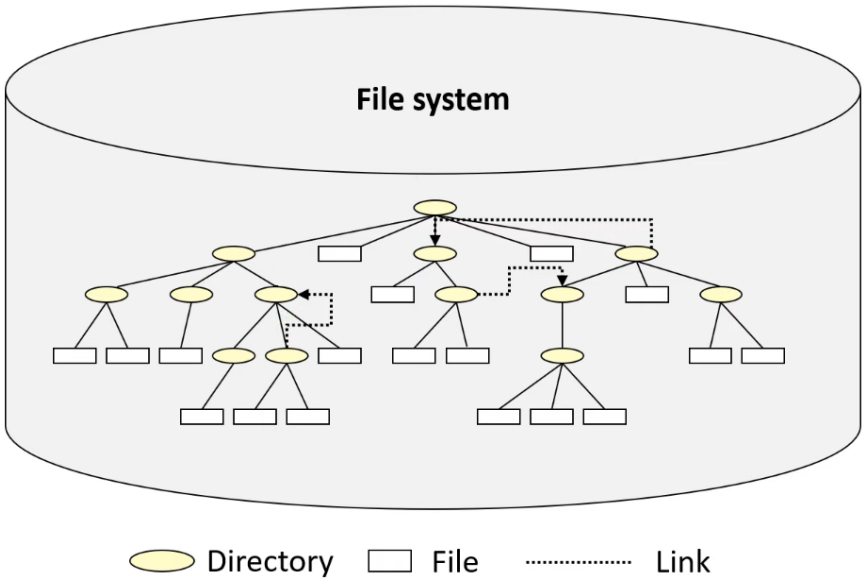
Acyclic Graph Directory Structure

- Hierarchical directory structure 확장
- Directory안에 shared directory, shared file를 담을 수 있음
- Link의 개념 사용
  - ex. Unix system의 symbolic link, 윈도우의 바로가기 링크



General Graph Directory Structure

- Acyclic Graph Directory Structure의 일반화
  - Cycle을 허용
- Problems
  - File 탐색 시, Infinite loop를 고려해야 함



File Protection

- File에 대한 부적절한 접근 방지
  - 다중 사용자 시스템에서 더욱 필요
- 접근 제어가 필요한 연산들
  - Read (R)
  - Write (W)
  - Execute (X)
  - Append (A)

File Protection Mechanism

- 파일 보호 기법은 system size 및 응용 분야에 따라 다를 수 있음

1. Password 기법

- 각 file들에 PW 부여
- 비현실적
  - 사용자들이 파일 각각에 대한 PW를 기억해야 함
  - 접근 권한 별로 서로 다른 PW를 부여 해야 함

2. Access Matrix 기법

Access Matrix

- 범위(domain)와 개체(object)사이의 접근 권한을 명시
- Terminologies
  - Object : 접근 대상 (file, device 등 HW/SW objects)
  - Domain (protection domain) : 접근 권한의 집합, 같은 권한을 가지는 그룹 (사용자, 프로세스)
  - Access right : <object-name, rights-set>, 오브젝트에 대해 도메인에 가지는 권한을 적어놓는 것
- Example

Domain \ Object	F1	F2	F3	F4	F5
D1	R	R		RW	
D2	RW			RA	
D3		R		RW	X
D4	RW		X		

- Implementation
  - Global table
  - Access list
  - Capability list
  - Lock-key mechanism

Global table

- 시스템 전체 file들에 대한 권한을 Table로 유지
  - <domain-name, object-name, right-set>

Domain name	Object name	Right-set
D1	O1	R1
D2	O2	R2
D3	O3	R3
...	...	...

- 단점 : Large table size

Access List

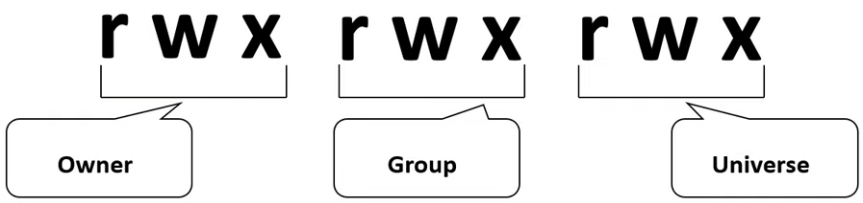
- Access matrix의 열(column)을 list로 표현

Access list

	F1	F2	F3	F4	F5
D1	R	R		RW	
D2	RW			RA	
D3		R		RW	X
D4	RW		X		

  - 각 object에 대한 접근 권한을 나열
    - $A_{list}(F_k) = \{ <D1, R1>, <D2, R2>, \cdots, <Dm, Rm> \}$
  - 파일에 대해 도메인 1번이 가진 권한, 도메인 2번이 가진 권한…. 이런 식으로 적으면서 권한이 없으면 적지 않기 때문에 공간을 줄일 수 있다.
- Object 생성 시, 각 domain에 대한 권한 부여
- Object 접근 시 권한을 검사 ⇒ overhead

- 실제 OS에서 많이 사용됨
  - UNIX의 예



Capability List

- Access matrix의 행(row)을 list로 표현

Capability list

	F1	F2	F3	F4	F5
D1	R	R		RW	
D2	RW			RA	
D3		R		RW	X
D4	RW		X		

  - 각 domain에 대한 접근 권한 나열
    - $C_{list}(D1) = \{ <F1, R1>, <F2, R2>, \cdots, <Fp, Rp> \}$
  - 도메인에 대해 파일 1번에 대해 가진 권한, 파일 2번에 대해 가진 권한.. 이런 식으로 적음 ⇒ 접근할 때 마다 권한을 확인하는 오버헤드를 줄일 수 있음
- Capability를 가짐이 권한을 가짐을 의미
  - 프로세스가 권한을 제시 , 시스템이 검증 승인
- 시스템이 capability list 자체를 보호해야 함
  - Kernel안에 저장 ⇒ overhead

Lock-key Mechanism

- Access list와 Capability list를 혼합한 개념

- Object는 Lock을, Domain은 Key를 가짐
  - Lock/key : unique bit patterns
- Domain 내 프로세스가 object에 접근 시, 자신의 key와 object의 lock 짝이 맞아야 함
- 시스템은 key list를 관리해야 함

Comparison of Implementations

- Global table
  - Simple, but can be large
- Access list
  - Object 별 권한 관리가 용이함
  - 모든 접근 마다 권한을 검사해야 함
    - Object 많이 접근하는 경우 → 느림
- Capability list
  - List내 object들(localized Info.)에 대한 접근에 유리
  - Object 별 권한 관리(권한 취소 등)가 어려움
- 많은 OS가 Access list와 Capability list 개념을 함께 사용
  - Object에 대한 첫 접근 → access list 탐색
    - 접근 허용 시, Capability 생성 후 해당 프로세스에게 전달, 이후 접근 시에는 권한 검사 불필요
  - 마지막 접근 후 → Capability 삭제

File System Implementation

- Allocation methods : File 저장을 위한 디스크 공간 할당 방법
- Free space management : 디스크의 빈 공간 관리

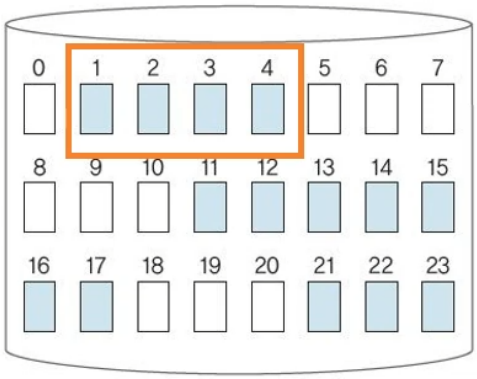
Allocation Methods

- Continuous allocation

- Discontinuous allocation
  - Linked allocation
  - Indexed allocation

Continuous Allocation

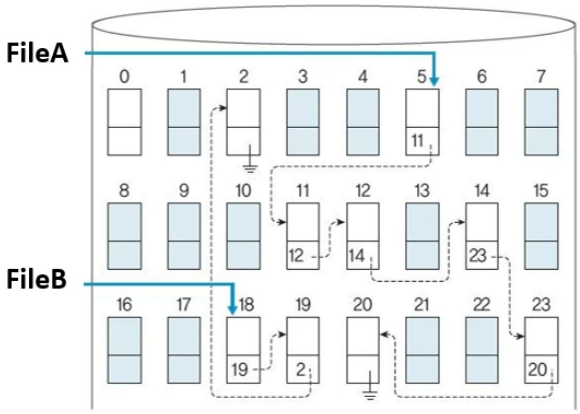
- 한 File을 디스크의 연속된 block에 저장
- 장점
  - 효율적인 file 접근 (순차, 직접 접근)
- 문제점
  - 새로운 file을 위한 공간 확보가 어려움
  - External fragmentation (외부 단편화)
  - File 공간 크기 결정이 어려움
    - 파일이 커져야 하는 경우 고려해야 함



Linked Allocation

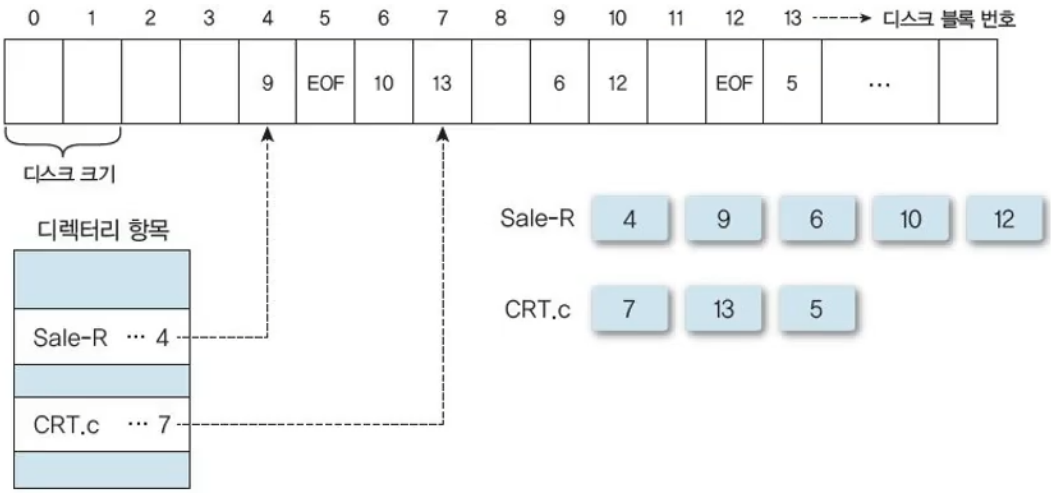
- File이 저장된 block들을 linked list로 연결
  - 비연속 할당 가능
- Directory는 각 file에 대한 첫 번째 block에 대한 포인터를 가짐
- 구현 간단함, No external fragmentation
- 단점

- 직접 접근에 비효율적
- 포인터 저장을 위한 공간 필요
- 신뢰성 문제 - 사용자가 포인터를 실수로 건드리는 문제 등



Linked Allocation: variation → FAT

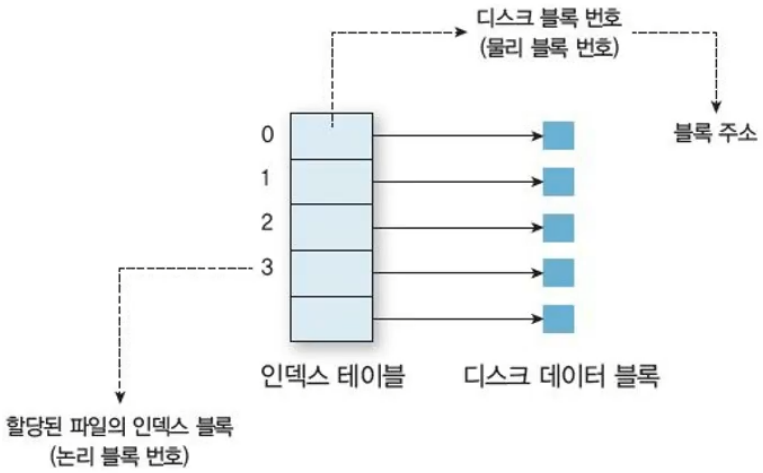
- File Allocation Table (FAT)
  - 각 block의 시작 부분에 다음 블록의 번호를 기록하는 방법
- MS-DOS, Windows 등에 사용 됨



Indexed Allocation

- File이 저장된 block의 정보(pointer)를 Index block 에 모아 둠
- 직접 접근에 효율적

    - 순차 접근에는 비효율적
- File 당 Index block을 유지
    - Space overhead
    - Index block 크기에 따라 파일의 최대 크기가 제한 됨
- Unix 등에 사용 됨

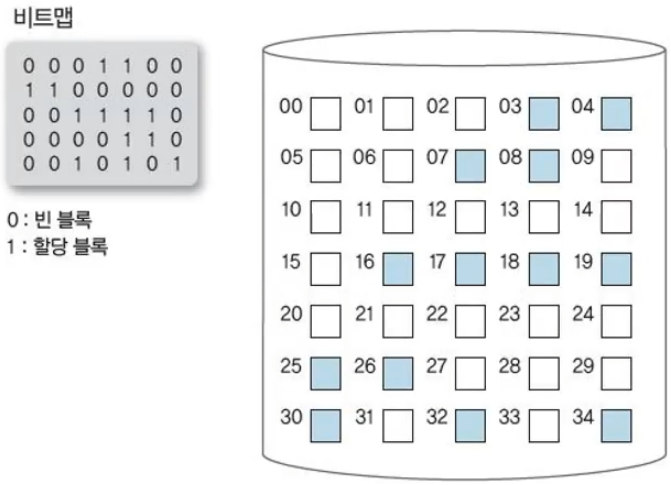


Free space management

- Bit vector
- Linked list
- Grouping
- Counting

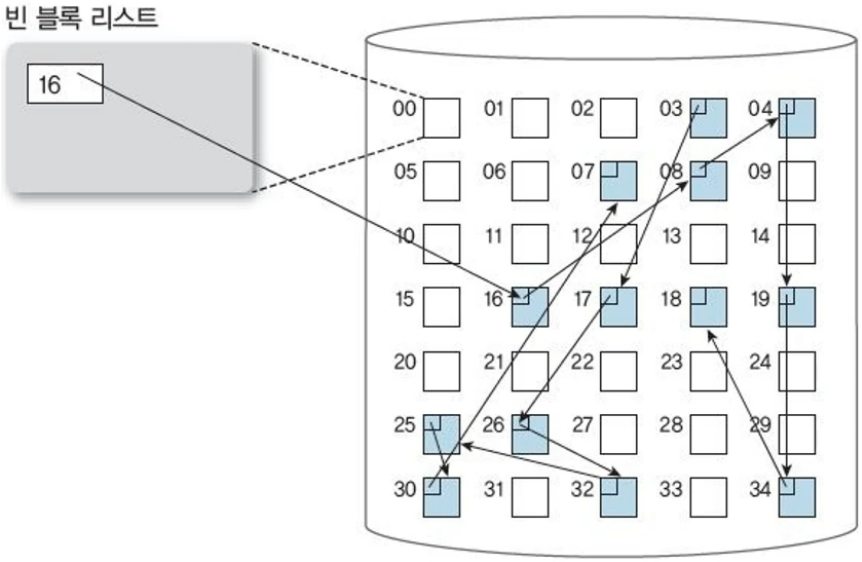
Bit Vector

- 시스템 내 모든 block들에 대한 사용 여부를 1 bit flag로 표시
- Simple and efficient
- Bit vector 전체를 메모리에 보관 해야 함 ⇒ space overhead
    - 대형 시스템에 부적합



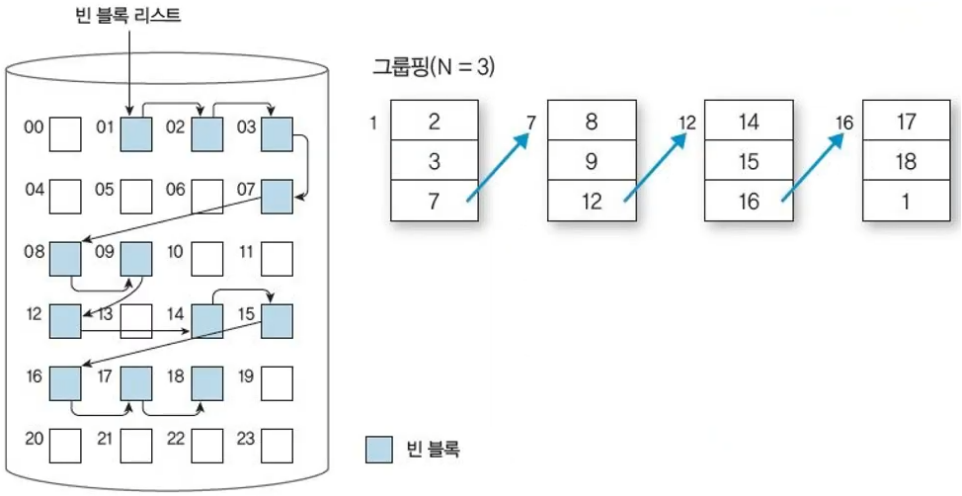
Linked list

- 빈 block을 linked list로 연결
- 비효율적



Grouping

- n개의 빈 block을 그룹으로 묶고, 그룹 단위로 linked list로 연결
- 연속된 빈 block을 쉽게 찾을 수 있음



Counting

- 연속된 빈 block들 중 첫 번째 block의 주소와 연속된 block의 수를 table로 유지
- Continuous allocation 시스템에 유리한 기법