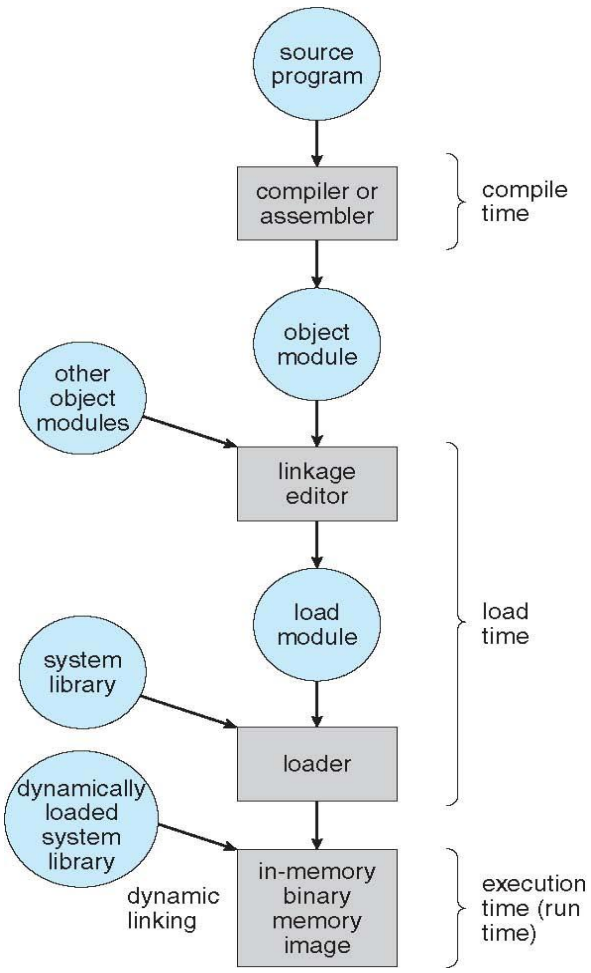
- **Multistep Processing of a User Program**




- **Binding of Instruction and Data to Memory**
  - Compile time

    프로세스가 메모리 내에 들어갈 위치를 컴파일 시간에 미리 알 수 있으면 컴파일러는 절대 코드를 생성할 수 있다. 시작 주소가 변경되어야 한다면, 이 코드는 다시 컴파일되어야 한다.
  - Load time

    프로세스가 메모리 내의 어디로 올라오게 될지를 컴파일 시점에 알지 못하면 컴파일러는 일단 이진 코드를 재배치 가능 코드(relocatable code)로 만들어야 한다.
  - Execution time

    프로세스가 실행하는 중간에 메모리 내의 한 세그먼트로부터 다른 세그먼트로 옮겨질 수 있다. 특별한 하드웨어가 필요하다.

- **Input Queue**

  디스크에서 주 메모리로 들어오기를 기다리고 있는 프로세스들의 집합.

- **Logical Address**

  CPU가 생성하는 주소.

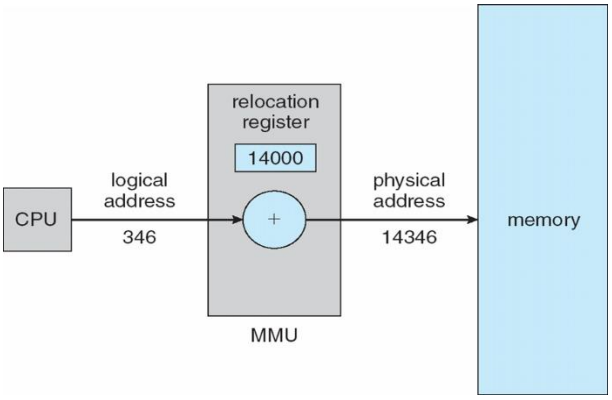
- **Physical Address**

  메모리가 취급하는 주소.

- **Memory Management Unit (MMU)**

  가상 주소를 물리 주소로 변환 작업을 하는 하드웨어 장치.

- **Relocation Register**




- **Ready Queue**

  실행할 준비가 된 프로세스들의 집합.

- **Swapping**

  자주 접근하지 않는 메모리는 일시적으로 보조 기억 장치(Backing Store)에 저장된다. 해당 메모리가 필요하면 가져오고, 자주 접근하지 않는 메모리를 저장하는 방법이다.

- **Context-Switch Time Including Swapping**

  100MB process swapping to hard disk with transfer rate of 50MB/sec. Swap out time of 2sec. Swap in same sized process. Assume that disk head delay 8ms

  head delay + Swap out + head delay + Swap in = (100MB / 50MB/sec + 8ms) * 2 = 4016ms

- **Dynamic Storage-Allocation Problem**
  - First-Fit

    사용 가능한 첫번째 자유 공간에 할당.
  - Best-Fit

    사용 가능한 자유 공간 중 가장 작은 자유 공간에 할당.
  - Worst-Fit

    사용 가능한 가장 큰 자유 공간에 할당.
- **External Fragmentation**

  공간을 모두 합하면 사용가능하지만, 작은 공간으로 분산되어 있어 사용불가능한 공간.
- **50% Rule**

  First-Fit의 통계적인 분석에 따라, 메모리의 1/3이 외부 단편화 문제로 사용 불가능한 현상.
- **Internal Fragmentation**

  메모리가 고정된 크기로 분할되어 있고, 요청되는 메모리를 분할된 크기의 정수 배로만 할당해주어, 할당된 공간이 요구된 공간보다 더 클 경우 이들 둘 사이에 남는 공간.
- **Compaction**

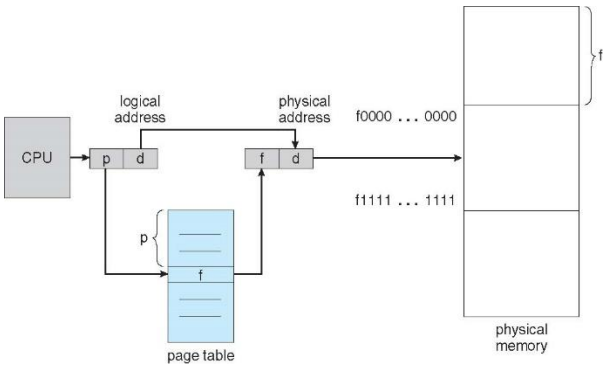
  외부 단편화를 해결하는 방법으로, 메모리를 한 곳으로 몰아 모든 자유 공간을 큰 블록을 만드는 방법.
- **Paging**

  가상 주소 공간을 모두 같은 크기의 블록으로 편성하여 관리하는 방법. 논리 주소 공간이 한 연속적인 공간에 다 모여 있어야 한다는 제약을 없앤다. 즉, 외부 단편화가 발생되지 않는다.
- **Translation Look-aside Buffer (TLB)**

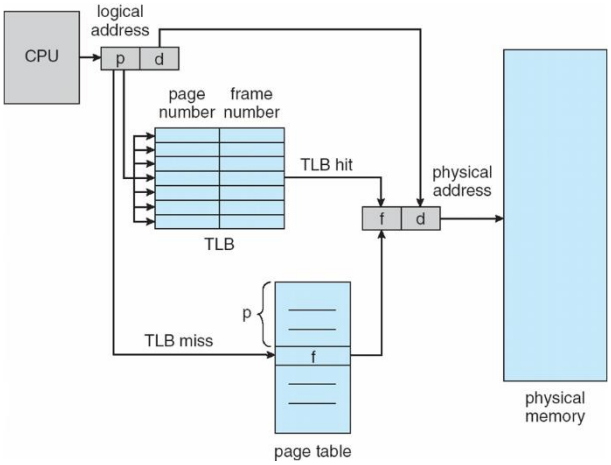
  페이지 테이블 접근 시간을 절약하기 위한 소형 하드웨어 캐시.
- **Effective Memory Access Time**

  Hit ratio 80%, TLB search time 20ns, Memory Access time 100ns

  EMAT = 0.8 * (20+100) + (1–0.8) * (20+100+100)
- **Paging Hardware**

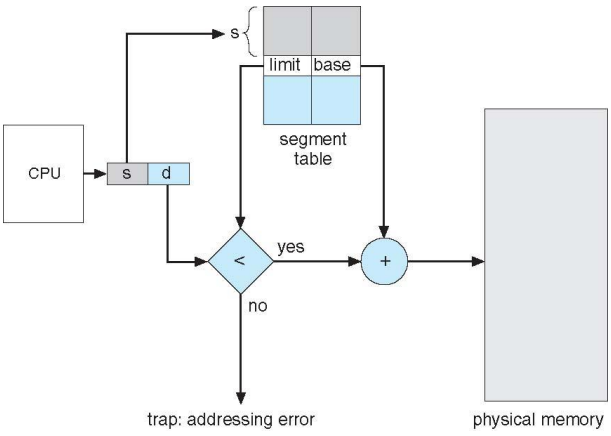



- **Paging Hardware With TLB**




- **Segmentation**

  사용자의 메모리 관점을 그대로 지원하는 메모리 관리 기법.
- **Segmentation Hardware**

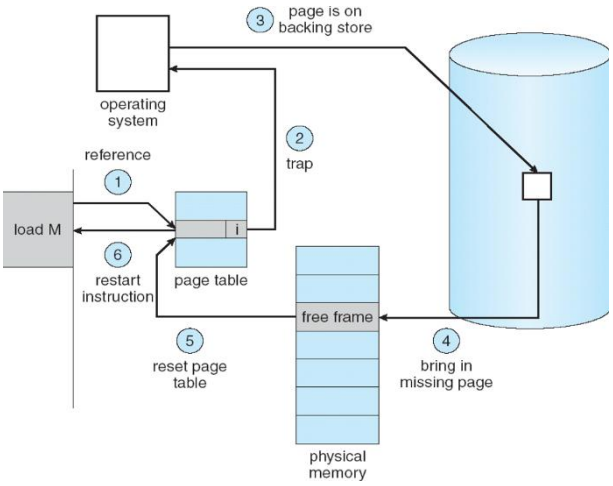


- **Effective Access Time (EAT)**

  Page fault rate 0.01, Memory access time 300ns, Average fault service time 5ms

  EAT = 0.01 * 300 + (1-0.01) * 5000

- **Processing of Page Fault**




- **FIFO Page Replacement**

| 7 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 4 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 7 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 7 | 7 | 2 | | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 0 | | | 0 | 0 | | | 7 | 7 | 7 |
| | 0 | 0 | 0 | | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | | | 1 | 1 | | | 1 | 0 | 0 |
| | 1 | 1 | 1 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | | | 3 | 2 | | | 2 | 2 | 1 |

- **Belady's Anomaly**

  프로세스에게 프레임을 더 주었지만, 오히려 페이지 부재율이 증가하는 현상.

- **Optimal Page Replacement**

| 7 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 4 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 7 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 7 | 7 | 2 | | 2 | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | 7 | | |
| | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 4 | | | 0 | | | 0 | | | | 0 | | |
| | | 1 | 1 | | 3 | | 3 | | | 3 | | | 1 | | | | 1 | | |

- **Least Recently Used (LRU) Algorithm**

| 7 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 4 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 7 | 0 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 7 | 7 | 2 | | 2 | | 4 | 4 | 4 | 0 | | | 1 | | 1 | | 1 | | |
| | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 3 | 3 | | | 3 | | 0 | | 0 | | |
| | | 1 | 1 | | 3 | | 3 | 2 | 2 | 2 | | | 2 | | 2 | | 7 | | |

- **Fixed Allocation**
  - **Equal Allocation**

    모든 프로세스에 같은 수의 프레임을 할당.

  - **Proportional Allocation**

    프로세스 크기에 따라 프레임을 할당.

- **Global Allocation**

  경쟁 프레임의 대상을 다른 프로세스에 속한 프레임을 포함한 모든 프레임을 대상으로 하는 방법.

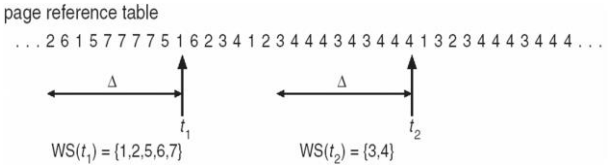
- **Local Allocation**

  경쟁 프레임의 대상을 자신에게 할당된 프레임들만 대상으로 하는 방법.

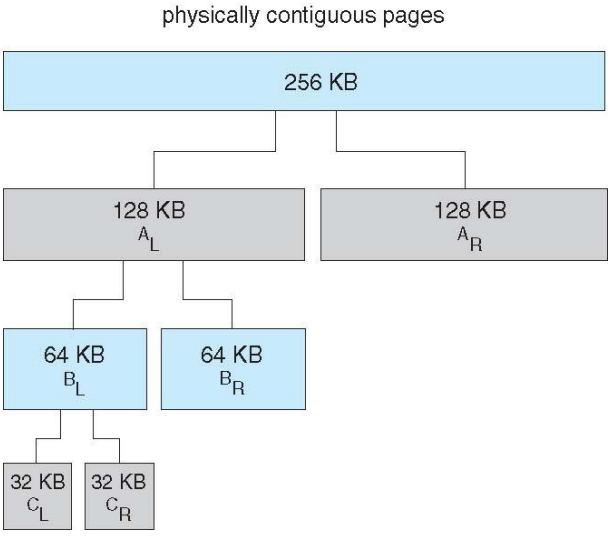
- **Thrashing**

  어떤 프로세스가 실제 실행시간보다 더 많은 시간을 Paging에 사용하고 있을 경우, 이런 과도한 Paging 작업을 Thrashing이라 한다.

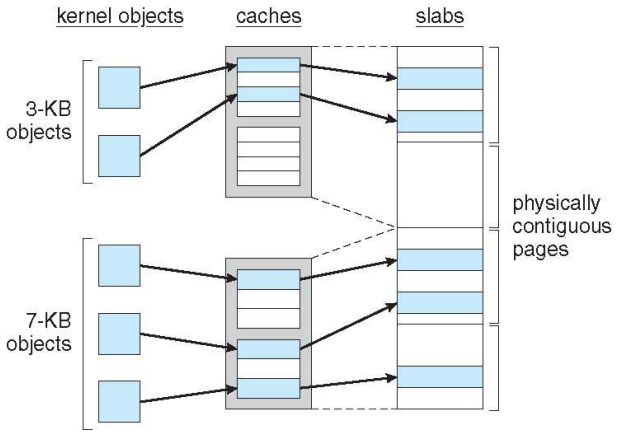
- **Working-Set Model**




- **Buddy System Allocator**



- **Slab Allocator**




- **Prepaging**

  관련된 모든 페이지를 사전에 한꺼번에 메모리로 가져오는 기법.

- **Page Size**

  메모리 사용효율이나 내부 단편화를 최소화 하기 위해서는 작은 페이지 크기가 좋다.

  디스크 I/O시간의 효율이나 페이지 부재 횟수를 줄이기 위해서는 큰 페이지가 좋다.

- **File Attributes**

  Name / Identifier / Type / Location / Size / Protection / Time, date and user identification

- **File Operations**

  Create / Write / Read / Reposition within file / Delete / Truncate / Open / Close

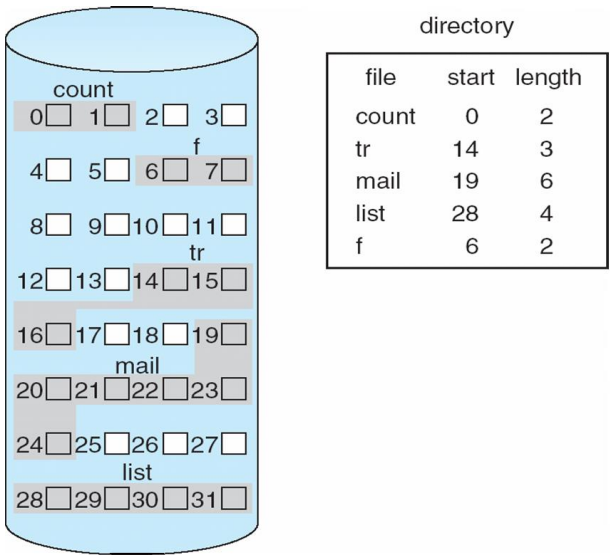
- **Operations Performed on Directory**

  Search / Create / Delete / List / Rename / Traverse

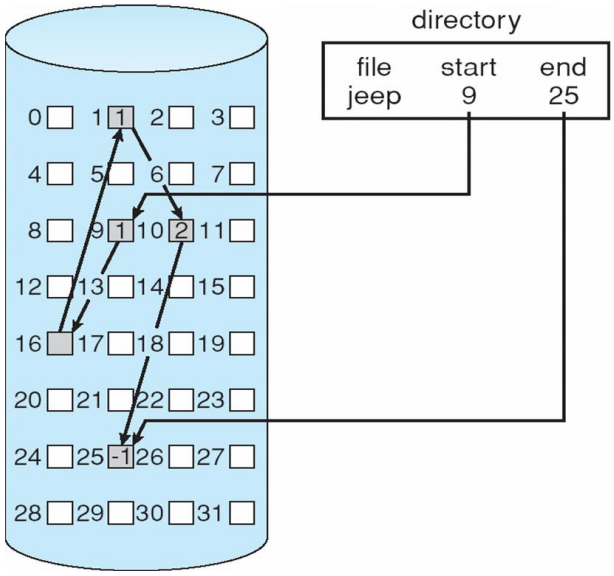
- **Layered File System**

  Application Programs
  Logical file System
  Basic file System
  I/O Control
  Devices

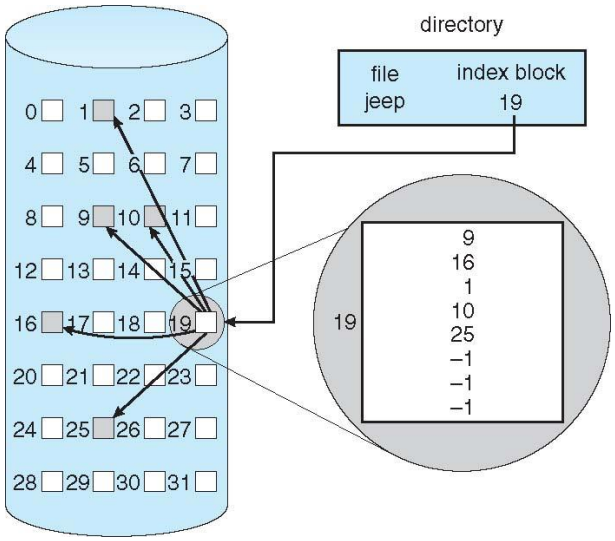
- **Contiguous Allocation**




- **Linked Allocation**




- **Indexed Allocation**



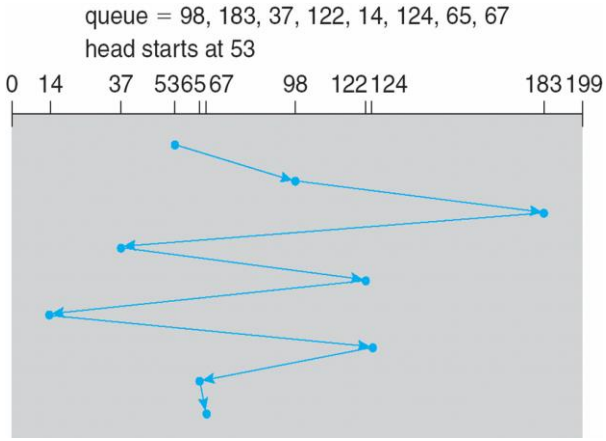
- **File Allocation Table (FAT)**

  FAT는 각 디스크 블록마다 한 개의 항목을 가지고 있고, 이 하옥은 디스크 블록 번호를 색인으로 찾는다. 디렉토리의 항목은 각 파일의 첫 번째 블록 번호를 가리킨다. 그 번호로 FAT를 참조하면 다음 블록의 번호를 알 수 있다.

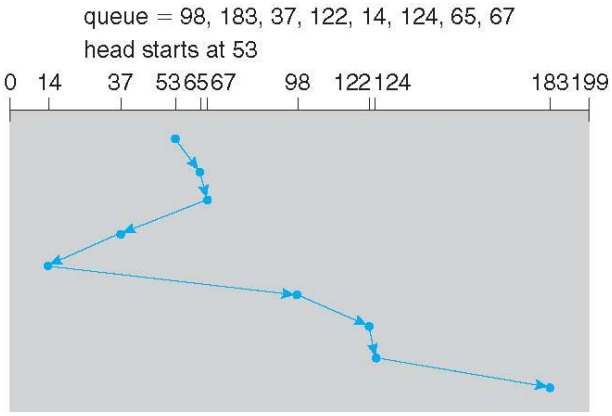
- **Difference Between UNIX FS and Andrew FS on Consistency Semantic**

  열린 파일에 대하여 UNIX FS는 한 사용자의 파일 변경이, 동일 파일을 연 다른 사용자에게 즉시 보일 수 있지만, Andrew에서는 변경된 후에 시작되는 세션에만 보인다.

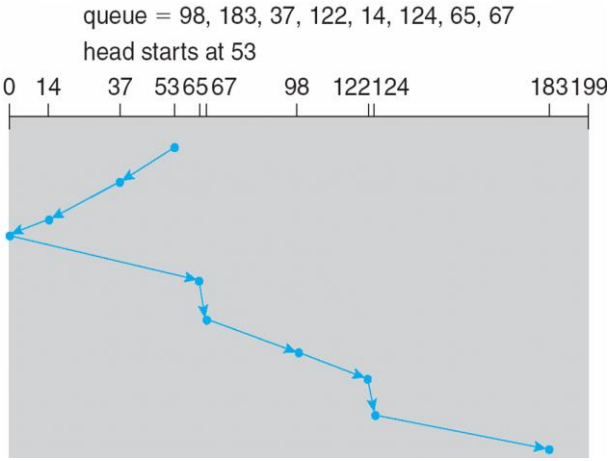
- **First Come First Served (FCFS) Scheduling**



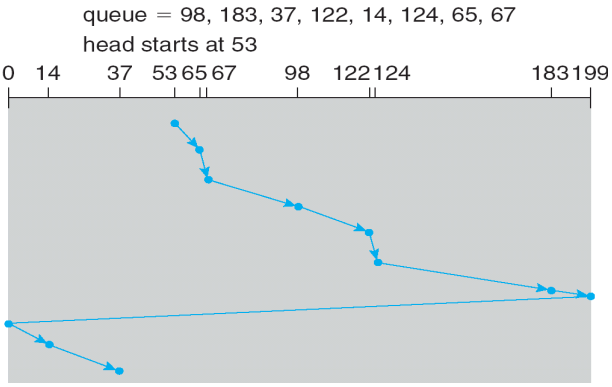

- **Shortest Seek Time First (SSTF) Scheduling**



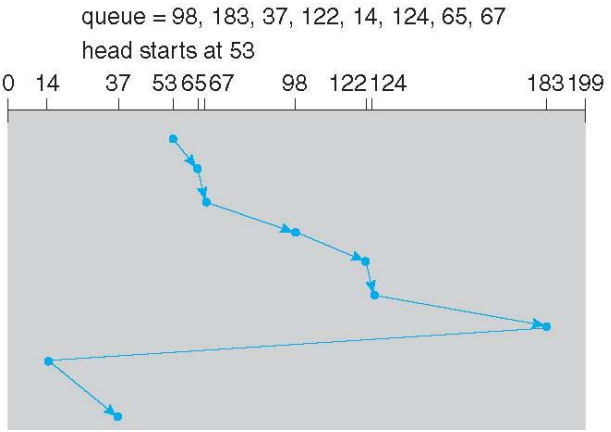

- **SCAN**



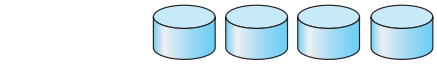

- **C-SCAN**




- **C-LOOK**



- **RAID**



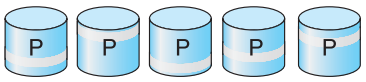
(a) RAID 0: non-redundant striping.


(b) RAID 1: mirrored disks.


(c) RAID 2: memory-style error-correcting codes.


(d) RAID 3: bit-interleaved parity.


(e) RAID 4: block-interleaved parity.




(f) RAID 5: block-interleaved distributed parity.


(g) RAID 6: P + Q redundancy.

- **Access Matrix**

| | F1 | F2 | F3 | printer |
|---|---|---|---|---|
| D1 | r | | r | |
| D2 | | | | print |
| D3 | | r | e | |
| D4 | rw | | rw | |

어떤 도메인에서 어떤 오브젝트에 대해서 어떤 권한을 가졌는지 바로 알 수 있다.

- **What Policy, How Mechanism**

- **Implementation of Access Matrix**

  - **Global table**

    <domain, object, rights-set>

    간단하지만, 테이블이 크다. 오브젝트를 그룹화하기 힘들다.

  - **Access lists for objects (column)**

    <domain, rights-set>

    각각의 오브젝트가 access list를 가진다. 사용자에 따라서 관리된다. 도메인에 대해서 관리하기 어렵다.

    회수는 간단하게, access list를 탐색하고 지운다. 즉각적이고, 범용적으로 또는 선택적으로 전부를 또는 일부를 영구적으로 또는 일시적으로 회수 가능하다.

  - **Capability list for domains (row)**

    권한을 가진 오브젝트들의 리스트다. 오브젝트는 capability라고 하는 이름 또는 주소로 대표된다.

    - Reacquisition

      주기적으로 삭제.

    - Back-pointers (Multics)

    - Indirection

    - Keys

  - **Lock-Key**

    각각의 오브젝트와 도메인은 Lock과 Key이라는 고유한 비트 패턴의 리스트를 가지고 있다. Lock과 Key가 매칭이 될 때 권한이 승인된다.