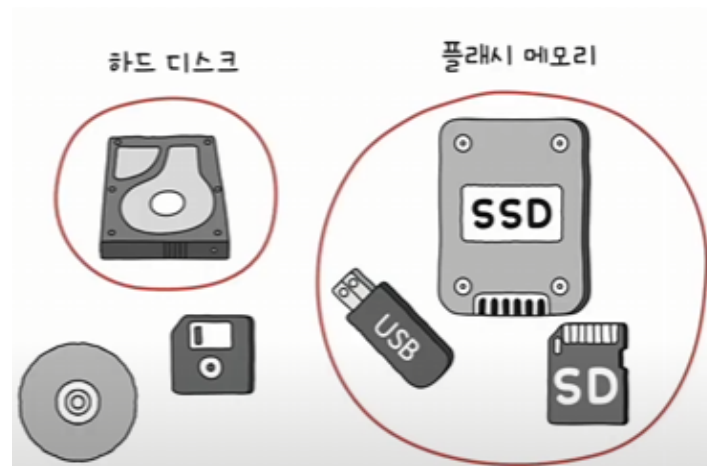


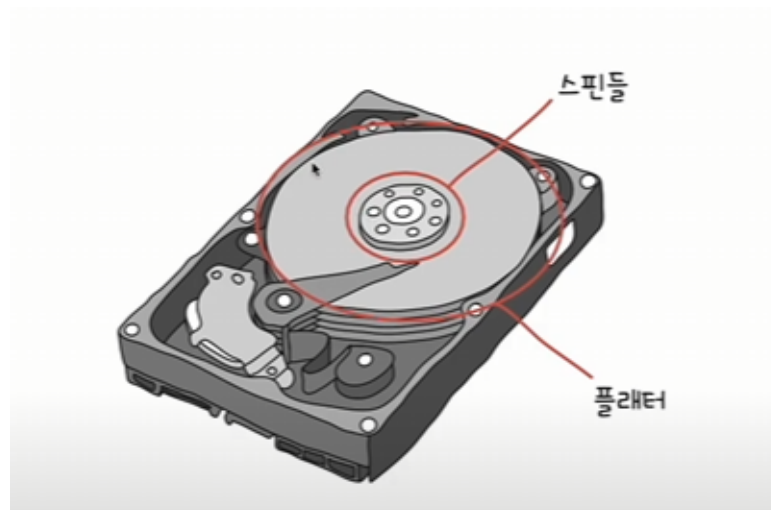
18강. 다양한 보조기억장치 (하드디스크와 플래시 메모리)

보조기억장치는 전원이 꺼져도 데이터가 유지되는 비휘발성 저장 장치로, 대표적으로 하드디스크와 플래시 메모리가 있습니다.



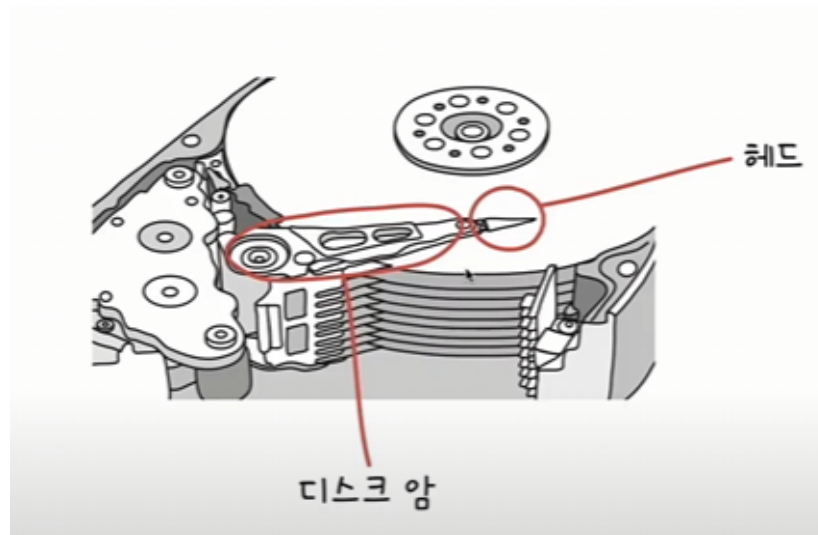
하드 디스크(HDD)의 구성

하드 디스크는 자기적인 방식으로 데이터를 저장하는 장치입니다.



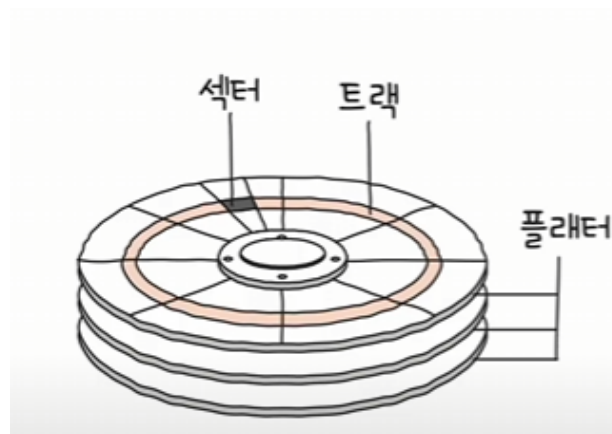
내부에는 원형의 플래터(Platter)가 여러 장 쌓여 있으며, 이 플래터는 스핀들(Spindle)을 중심으로 고속 회전을 합니다.

플래터는 양면 모두 데이터를 저장할 수 있고, 저장 용량을 늘리기 위해 여러 장이 함께 사용됩니다. 하드 디스크의 성능을 설명할 때 자주 등장은 RPM(Revolutions Per Minute)은 플래터가 분당 몇 번 회전하는지를 나타냅니다.



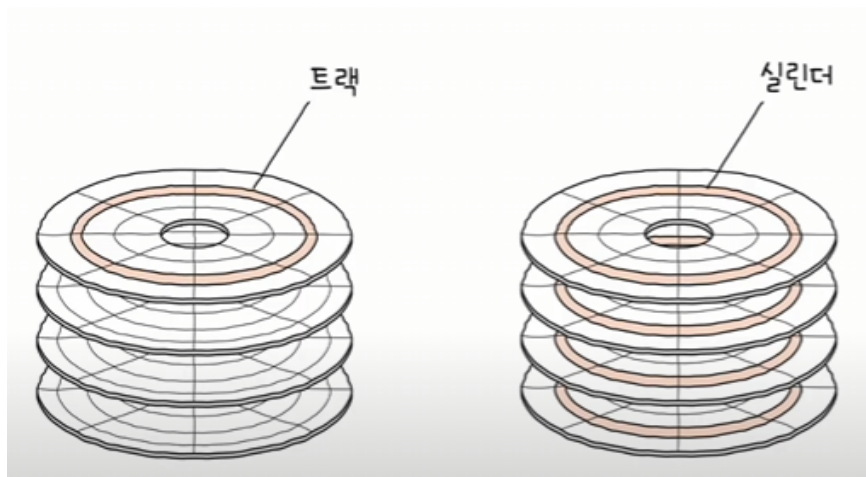
데이터를 읽고 쓰는 역할은 헤드(Head)가 담당하며, 이 헤드는 디스크 암(Disk Arm)에 부착되어 함께 움직입니다. 여러 개의 헤드가 동시에 같은 위치를 접근할 수 있도록 설계되어 있습니다.

하드 디스크의 저장 단위



하드디스크는 기본적으로 데이터를 트랙(Track)과 섹터(Sector) 단위로 저장합니다.

하나의 트랙을 일정한 크기로 나눈 것이 섹터이며, 섹터 크기는 보통 512Byte ~ 4096Byte 사이입니다.

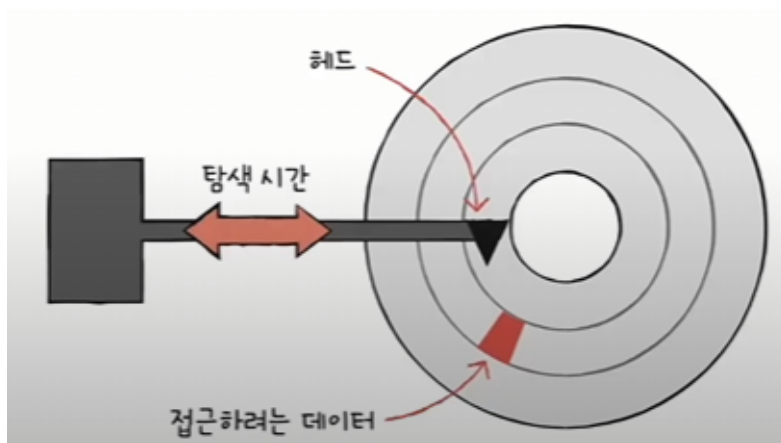


여러 플래터에 걸쳐 같은 위치의 트랙들을 연결한 논리적 단위를 실린더(Cylinder)라고 합니다. 연속된 데이터는 보통 같은 실린더에 기록됩니다. 경우에 따라 여러 섹터를 묶어 블록(Block)으로 관리하기도 합니다.

하드 디스크의 데이터 접근 과정

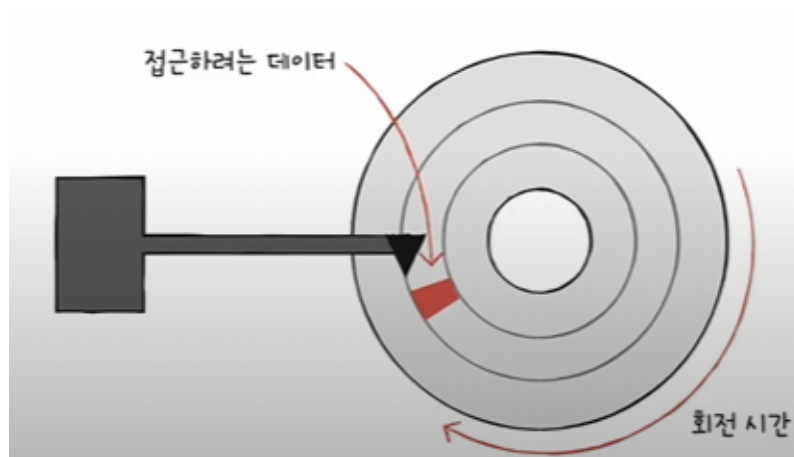
하드디스크에서 데이터를 접근할 때는 세 가지 시간이 소요됩니다.

1. 탐색 시간 (Seek Time)



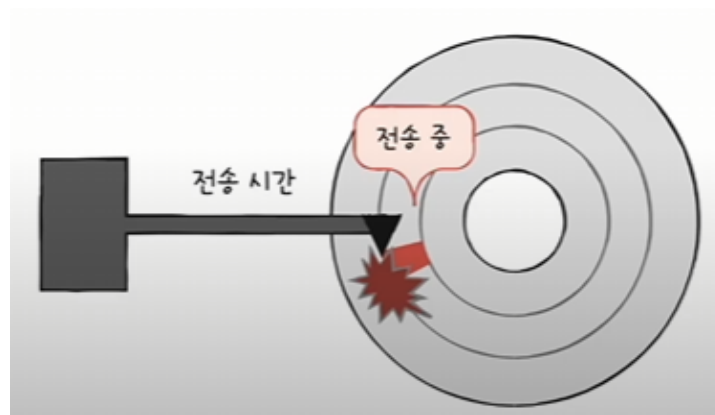
디스크 암이 원하는 트랙으로 이동하는 데 걸리는 시간입니다.

2. 회전 지연 (Rotational Latency)



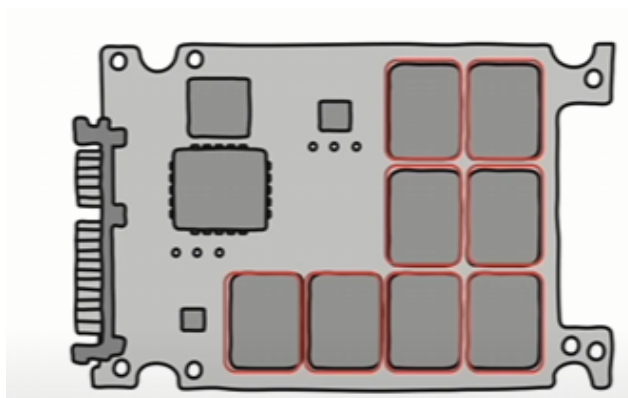
플래터가 회전하여 원하는 섹터가 헤드 위치에 도달할 때까지 기다리는 시간입니다.

3. 전송 시간 (Transfer Time)



실제로 데이터를 읽거나 쓰는 데 걸리는 시간입니다.

플래시 메모리



플래시 메모리는 전기적으로 데이터를 읽고 쓰는 반도체 기반 저장 장치로, 범용성이 넓어 단순히 보조기억장치에만 한정되지 않습니다.

플래시 메모리의 종류

플래시 메모리는 크게 NAND 플래시와 NOR 플래시로 나눌 수 있는데, 오늘날 SSD나 USB, 메모리 카드에는 주로 NAND 플래시가 사용됩니다.

플래시 메모리가 이루고 있는 단위

플래시 메모리의 가장 작은 저장 단위는 셀(Cell)입니다.

한 셀에는 여러 비트는 저장할 수 있는데, 종류는 다음과 같습니다.

- 한 비트만 저장하는 구조를 SLC(Single Level Cell)
- 두 비트를 저장하는 것은 MLC(Multi Level Cell)
- 세 비트를 저장하는 것은 TLC(Triple Level Cell)
- 네 비트를 저장하는 것은 QLC(Quad Level Cell)

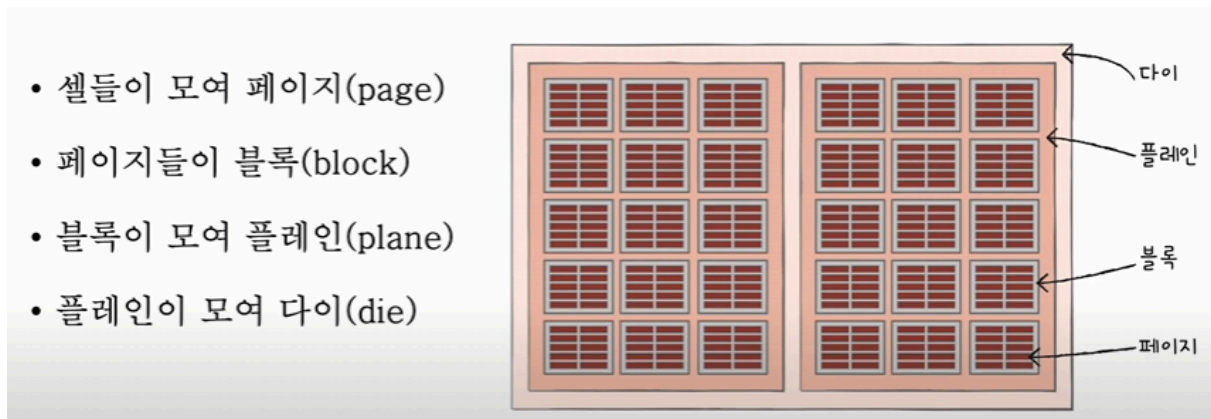
SLC는 속도가 빠르고 수명이 길지만 가격이 비싸고 용량 효율이 낮습니다. 반대로 QLC는 저렴하고 대용량 구현에 유리하지만 속도가 느리고 수명이 짧습니다. 따라서 시장에서는 성능과 가격의 균형을 고려하여, 주로 MLC, TLC, QLC가 많이 쓰입니다.

구분	SLC	MLC	TLC
셀당 bit	1bit	2bit	3bit
수명	길다	보통	짧다
읽기/쓰기 속도	빠르다	보통	느리다
용량 대비 가격	높다	보통	낮다

셀 표 정리

플래시 메모리의 저장 단위

플래시 메모리의 저장 단위는 셀에서 시작해 페이지(Page), 블록(Block), 플레인(Plane), 다이(Die) 로 이어지는 계층 구조를 가집니다.



읽기와 쓰기는 페이지 단위로 이루어지지만, 삭제는 반드시 블록 단위로 이루어져야 한다는 특징이 있습니다.

예를 들어, 한 페이지에 데이터를 쓴 뒤 일부만 수정하려고 해도 블록 단위로 지워야 하므로, 수정하지 않은 데이터까지 다시 써야 하는 비효율이 발생합니다. 이 때문에 플래시 메모리는 덮어쓰기가 불가능하며, 불필요해진 페이지는 Invalid 상태로 표시됩니다.

플래시 메모리의 동작 예시

페이지의 상태는 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.

- Free 상태 : 어떠한 데이터도 저장하고 있지 않아 새로운 데이터를 저장할 수 있는 상태
- Valid 상태 : 이미 유효한 데이터를 저장하고 있는 상태
- Invalid 상태 : 유효하지 않은 데이터(쓰레기 값)를 저장하고 있는 상태

덮어쓰기가 불가능하지는 문제를 해결하기 위해 가비지 컬렉션(Garbage Collection)이라는 과정이 사용됩니다.

이는 유효한 페이지들만 새 블록으로 복사하고, 기존 블록 전체를 삭제하는 방식입니다. 이렇게 함으로써 공간을 재활용할 수 있지만, 불필요한 쓰기 작업이 늘어나 플래시 메모리의 수명과 성능에 영향을 미칩니다.

