

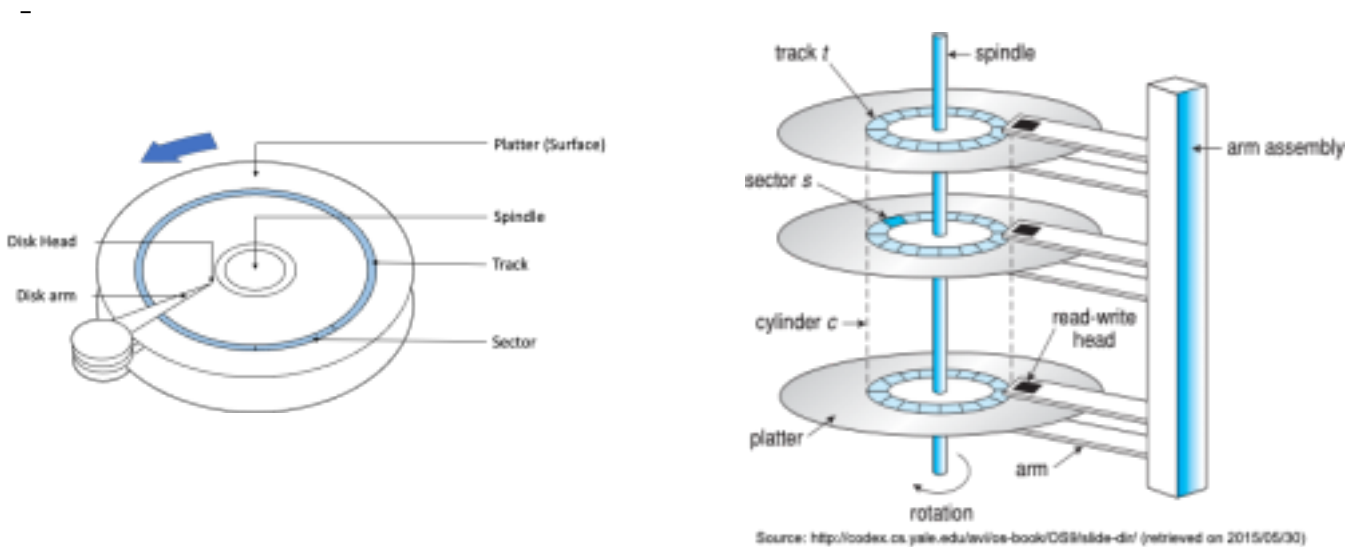
Lecture Note #11. Chapter 37. Hard Drives

(1) Hard disk drive

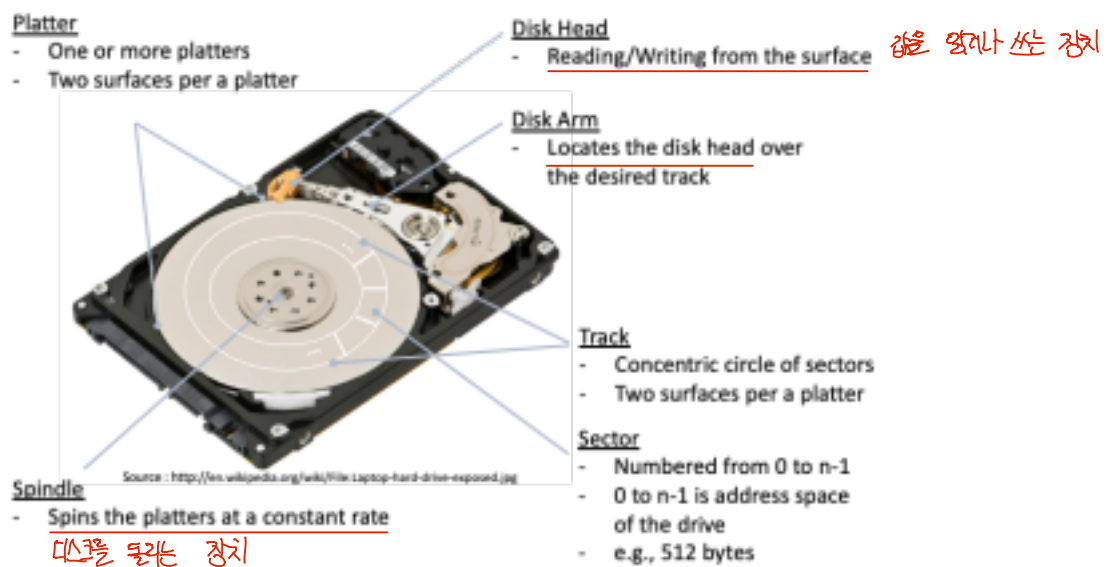
- 영속적(Persistent) 데이터 저장소
- 현대 하드디스크가 데이터를 저장하는 방법
- 하드디스크 인터페이스 - IDE (Western Digital -Sandisk Vs. Seagate) , SCSI (SATA) (SATA는 인터페이스)
- 데이터 lay-out 과 접근 방법
- 성능을 향상시키기 위한 스케줄러...

(2) Basic Geometry (1/3)

- 다수의 sectors (512-byte blocks)



- 회전수: rotations per minute (RPM)
- 10,000 RPM = a single rotation takes 6 ms.



(3) Multiple Tracks

$$\text{Disk read/write time} = \text{seek time} + \text{rotational delay} + \text{transfer time}$$

- sector 11 읽기 요청이 있을 경우

- 디스크 드라이브는 디스크 암을 해당 트랙으로 이동 : seek time 탐색시간 -> 디스크 스케줄링으로 최적화 할 수 있다.

✓ Seek의 4단계 과정

- Acceleration, Coasting, Deceleration

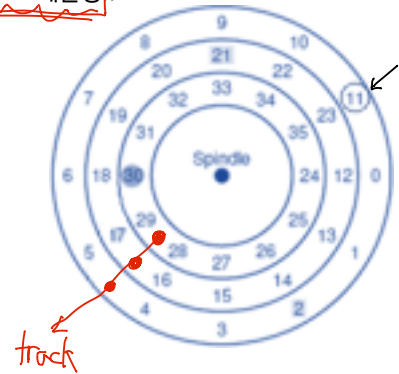
- Settling

☞ The head is carefully positioned over the correct track

- 해당 섹터로 이동 : rotational delay 회전지연시간 \Rightarrow 대부분 10000 RPM

- Delay waiting for the desired sector to rotate under the disk head

- 데이터를 읽음: transfer time

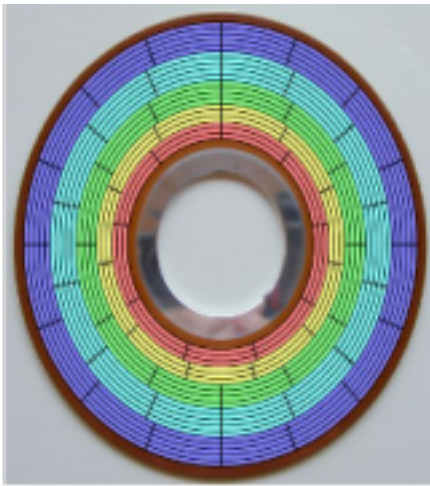


(4) Some Other Details

- 다중 존 디스크 드라이브 Multi-zoned disk drives

- 존 : 연속 된 트랙 집합

- 각 존은 트랙 당 동일한 수의 섹터가 있음



Source: <http://www.pcguide.com/ref/hdd/geom/tracksZBR-c.html> (retrieved on 2015/05/31)

- 외부 구역에는 내부 구역보다 더 많은 섹터가 있음 블록색 914 sector
- Track skew (왜곡) 회색, 파란색 16개 sector
- Sequential reads (순차 읽기)는 트랙 경계를 넘을 때 적절하게 서비스될 수 있음
- 한 트랙에서 다른 트랙으로 넘어갈 때, 디스크는 헤드 위치를 재배치하는데 시간 필요

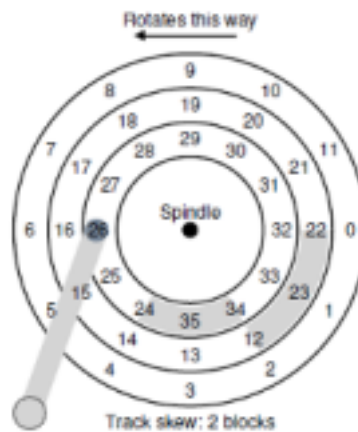
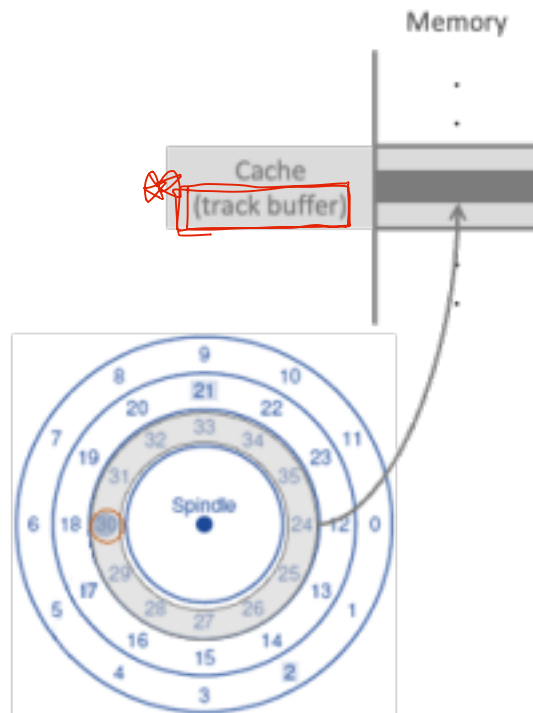


Figure 37.4: Three Tracks: Track Skew Of 2

Track buffer

- 디스크에서 섹터를 읽을 때 드라이브는 해당 트랙의 모든 섹터를 읽고 메모리에 캐쉬함 (이동하는 동안 읽은 데이터를 캐시에 넣어버려서 흐름성을 챙김)
- 동일한 트랙에 대한 후속 요청을 위해서

When the drive reads a sector 30



- 디스크에 쓸 때
 - 쓰기가 실제로 디스크에 기록 된 후 드라이브는 쓰기가 완료되었음을 인식 ; Write through
 - 데이터를 메모리에 넣었을 때 드라이브는 쓰기가 완료되었음을 인식 : Write back -> 더 빠르지 만 위험 할 수 있음

(5) I/O Time

- $T_{I/O} = T_{seek} + T_{rotation} + T_{transfer}$ 탐색시간+회전지연시간+ 전송시간
- 드라이브 성능 비교
 - I/O 율 = rate (ratio) of IO = $R_{I/O} = \frac{Size}{Transfer} \cdot T_{I/O}$
- Workload의 종류
 - Random workload
 - Sequential workload
 - random and sequential workloads 의 성능 차이
- 성능 중심 vs 용량 중심
 - high-end "performance" drives
 - low-end "capacity" drives

	Cheetah 15K.5	Barracuda
Capacity	300 GB	1 TB
RPM	15,000	7,200
Average Seek	4 ms	9 ms
Max Transfer	125 MB/s	105 MB/s
Platters	4	4
Cache	16 MB	16/32 MB
Connects via	SCSI	SATA

Figure 37.5: Disk Drive Specs: SCSI Versus SATA

	Cheetah	Barracuda
$R_{I/O}$ Random	0.66 MB/s	0.31 MB/s
$R_{I/O}$ Sequential	125 MB/s	105 MB/s

Figure 37.6: Disk Drive Performance: SCSI Versus SATA

• timing comparison

- 탐색시간이 평균 4ms, 회전 속도는 7,500rpm, 512 바이트 섹터를 트랙 당 500개 가진 디스크 \Rightarrow
- 2500 섹터로 구성된 총 1.28MB짜리 파일을 읽어내고자 할 때 전송하는데 걸리는 전체 시간

seek time : 4ms (avg.)
 rotate time : 7500 rpm
 size of sector : 512B
 number of sector by track
 $\Rightarrow 500/4$

✓ 순차적 구성의 읽기 전체 시간

- 파일은 디스크에 가능한 조밀하게(compact) 저장되어 있다고 가정
- 파일은 인접한 다섯 개의 트랙의 모든 섹터들을 차지(5트랙 \times 500섹터/트랙 = 2,500섹터)

- 첫 번째 트랙을 읽는데 걸리는 시간 16ms
- 평균 탐색시간 4ms 트랙을 찾는 시간
- 회전 지연 4ms
- 섹터를 찾는 시간 500ms
- 섹터 읽기 8ms

잔여 트랙을 읽는 시간 : 잔여 트랙들은 탐색시간 없이 읽혀질 수 있다고 가정

- 입출력 연산은 디스크의 데이터 생산 속도를 따라갈 수 있다고 가정
- 이후 연속적인 각 트랙에 대해 회전 지연 시간만 고려하면 됨
- 4+8=12ms

전체 시간 = 16+4 \times 12 = 64ms = 0.064 초

✓ 무작위 접근 방식의 읽기 전체 시간

- 디스크 상의 섹터들을 읽을 확률은 동일 가정
- 각 섹터를 읽는 데에는 걸리는 시간 8.016ms

- 평균탐색시간 4ms
- 회전지연 4ms
- 하나의 섹터 읽기 0.016ms

전체 시간 = 2,500 \times 8.016 = 20040ms = 20.04초

A. 순차적으로 읽는 경우

① 첫 번째 track을 읽는 경우

\Rightarrow seek time : 4ms
 rotate delay : 4ms
 transfer time : 8ms } 16ms

② 2, 3, 4, 5 번째 track을 읽는 경우

\Rightarrow seek time x
 rotate time : 4ms
 transfer time : 8ms } 12ms

16 + 12 \times 4 = 16 + 48

\Rightarrow 64ms

B. 무작위로 읽는 경우

seek time : 4ms

rotate time : 4ms

하나의 섹터를 읽는 시간이 0.016ms

라고 가정하면,

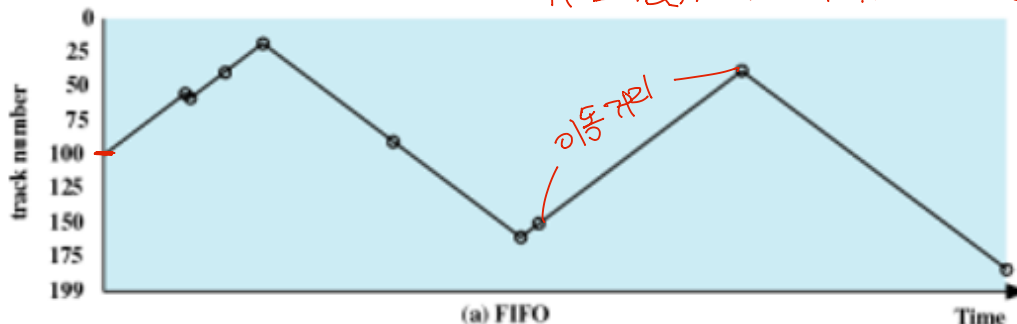
2500개 섹터를 읽어야 하므로

2500 \times (4+4+0.016)
 = 20.04초

★ (6) Disk Scheduling

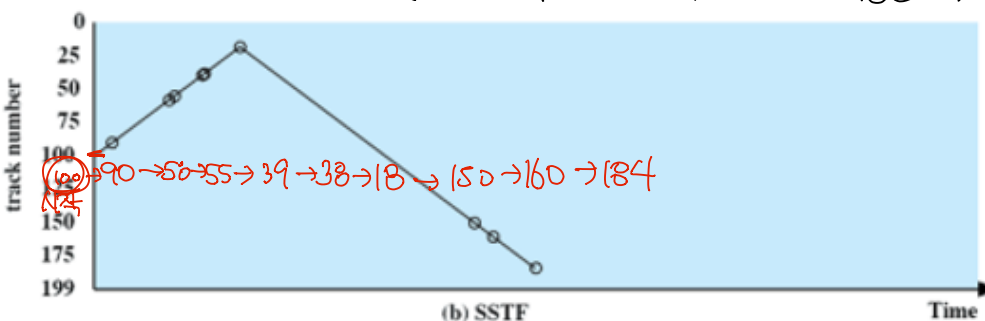
- 입출력 요구 순서에 대해 다양한 스케줄링 알고리즘의 성능을 비교
- 200개의 트랙을 지닌 디스크에서 처음에는 디스크 헤드가 트랙 100에 있고 무작위 요청을 가정
- 55, 58, 39, 18, 90, 160, 150, 38, 184 \rightarrow 디스크 헤드 번호 읽기 요청 순서

- FIFO (먼저 요청된 순서대로 읽는다) \Rightarrow 너무 오래걸림, 이동 거리 \uparrow , 디스크 성능 \downarrow



- SSTF: Shortest Seek Time First (가장 가까이에 있는 헤드 번호로 이동한다.) \Rightarrow 가아 상태 발생 가능

(양 끝에 있는 헤드를 읽는 경우)



- SCAN - 엘리베이터 알고리즘

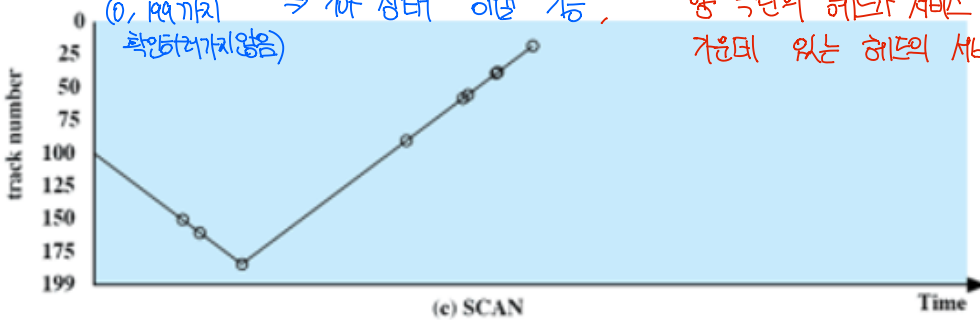
- ✓ 한방향 (큰 방향) 간격 고정
- ✓ 마지막 트랙에 도착하면 반대 방향으로

(다른 방향으로 돌아가는 순간 기존 방향에 들어온 요청이 있다면?
→ 다른 방향 다 처리할 때까지 대기)

- SCAN-LOOK(Look)

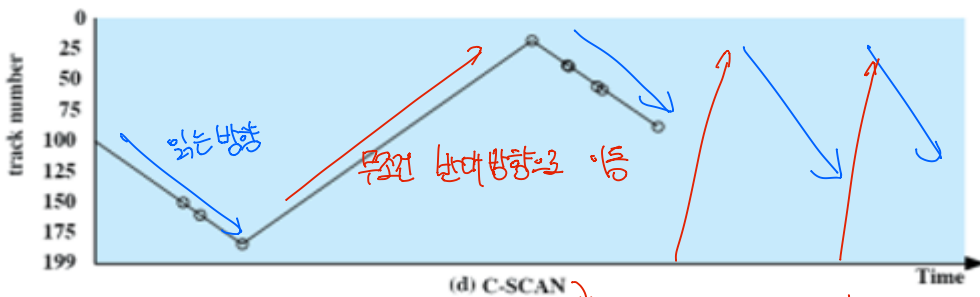
(0, 199까지) ⇒ 가바 상태 해결 가능, 확인(처리)까지 없음

양 극단의 헤드 서비스 받는 횟수 ↓
가운데 있는 헤드의 서비스 횟수 ↑



- C-SCAN (circular)

- ✓ 무조건 0번 트랙으로 가서 다시 이동. 한 방향으로만 진행
- ✓ 압고정현상 (arm stickiness) → 성능이 떨어짐 → 양 트랙 극단의 서비스 받을 수 있는 시간이 길어질 수 있음



- C-Scan Look (C-Look)

↑ 새로운 C-SCAN-LOOK 방식

- ✓ 마지막 요청까지만 처리하고 다시 반대 쪽 처음으로 이동

- N-step-SCAN과 FSCAN

- ✓ SSTF와 SCAN, 그리고 C-SCAN에서는, 암이 오랫동안 움직이지 않을 수도 있음
- 예를 들어, 만일 하나 또는 몇 개의 프로세스가 하나의 트랙에 높은 비율로 접근하게 되면, 그 트랙에 대한 반복된 요청들로 장치 전체를 독점할 수 있음
- ✓ 고밀도 다중표면 디스크들은 저밀도 디스크와 또는 하나 또는 두 개의 표면을 지닌 디스크들보다 이런 특성에 영향을 받게 됨
- ✓ 이런 "암 고정 현상(arm stickiness)"을 피하려면, 디스크 요청 큐를 세그먼트(segment)로 분할하고 한 번에 한 단편에 속한 요청 전부를 처리하는 것임 → N-step-SCAN 과 FSCAN (clustering)

✓ N-step-SCAN

- 디스크 요청 큐를 길이가 N 인 하위 큐들로 분할
- 하위 큐들은 SCAN을 이용해서 한 번에 하나씩 처리
- 하나의 큐가 처리되는 동안 새로운 요청들은 다른 큐에 추가됨
- 만일 N보다 더 작은 요청들이 스캔의 끝에 남게 되면, 이들은 모두 다음 스캔에서 처리
- N의 값이 커지면, N-step-SCAN의 성능은 SCAN의 성능에 근접
- N=1의 값이면, FIFO 정책

✓ FSCAN → 현대에서 사용하는 방식

- 두 개의 하위 큐를 이용하는 정책
- 스캔이 시작되면, 모든 요청들은 하나의 큐에 존재하고, 다른 큐는 비어 있음
- 스캔을 하는 동안 새로운 모든 요청들은 다른 비어 있는 큐에 들어가게 됨
- 따라서 새로운 요청들의 서비스는 이전의 모든 요청들이 완전히 처리될 때까지 미루어짐

(a) FIFO (starting at track 100)		(b) SSTF (starting at track 100)		(c) SCAN (starting at track 100, in the direction of increasing track number)		(d) C-SCAN (starting at track 100, in the direction of increasing track number)	
Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed
55	45	90	10	150	50	150	50
58	3	58	32	160	10	160	10
39	19	55	3	184	24	184	24
18	21	39	16	90	94	18	166
90	72	38	1	58	32	38	20
160	70	18	20	55	3	39	1
150	10	150	132	39	16	55	16
38	112	160	10	38	1	58	3
184	146	184	24	18	20	90	32
Average seek length	55.3	Average seek length	27.5	Average seek length	27.8	Average seek length	35.8

(a) FIFO (starting at track 100)		(b) SSTF (starting at track 100)		(c) SCAN (starting at track 100, in the direction of increasing track number)		(d) C-SCAN (starting at track 100, in the direction of increasing track number)	
Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed
55	45	90	10	150	50	150	50
58	3	58	32	160	10	160	10
39	19	55	3	184	24	184	24
18	21	39	16	90	94	18	166
90	72	38	1	58	32	38	20
160	70	18	20	55	3	39	1
150	10	150	132	39	16	55	16
38	112	160	10	38	1	58	3
184	146	184	24	18	20	90	32
Average seek length	55.3	Average seek length	27.5	Average seek length	27.8	Average seek length	35.8

(a) FIFO (starting at track 100)		(b) SSTF (starting at track 100)		(c) SCAN (starting at track 100, in the direction of increasing track number)		(d) C-SCAN (starting at track 100, in the direction of increasing track number)	
Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed
55	45	90	10	150	50	150	50
58	3	58	32	160	10	160	10
39	19	55	3	184	24	184	24
18	21	39	16	90	94	18	166
90	72	38	1	58	32	38	20
160	70	18	20	55	3	39	1
150	10	150	132	39	16	55	16
38	112	160	10	38	1	58	3
184	146	184	24	18	20	90	32
Average seek length	55.3	Average seek length	27.5	Average seek length	27.8	Average seek length	35.8

(a) FIFO (starting at track 100)		(b) SSTF (starting at track 100)		(c) SCAN (starting at track 100, in the direction of increasing track number)		(d) C-SCAN (starting at track 100, in the direction of increasing track number)	
Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed	Next track accessed	Number of tracks traversed
55	45	90	10	150	50	150	50
58	3	58	32	160	10	160	10
39	19	55	3	184	24	184	24
18	21	39	16	90	94	18	166
90	72	38	1	58	32	38	20
160	70	18	20	55	3	39	1
150	10	150	132	39	16	55	16
38	112	160	10	38	1	58	3
184	146	184	24	18	20	90	32
Average seek length	55.3	Average seek length	27.5	Average seek length	27.8	Average seek length	35.8