5장 파일입출력

리눅스프로그래밍, 생능출판사, 2022

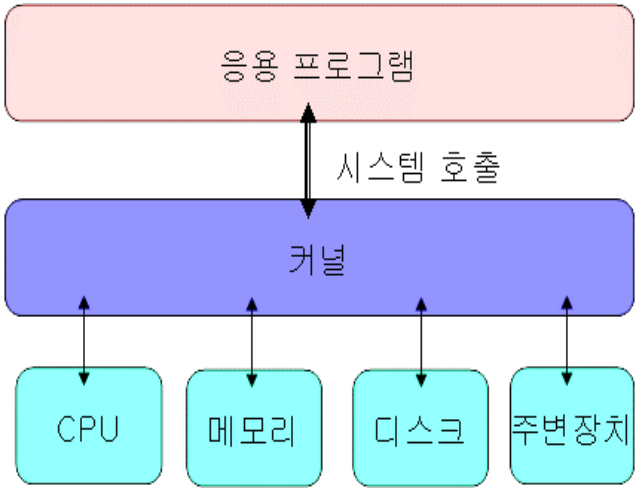
주요 내용

1. 시스템 호출
2. 파일
3. 파일 임의 접근

5.1 시스템 호출

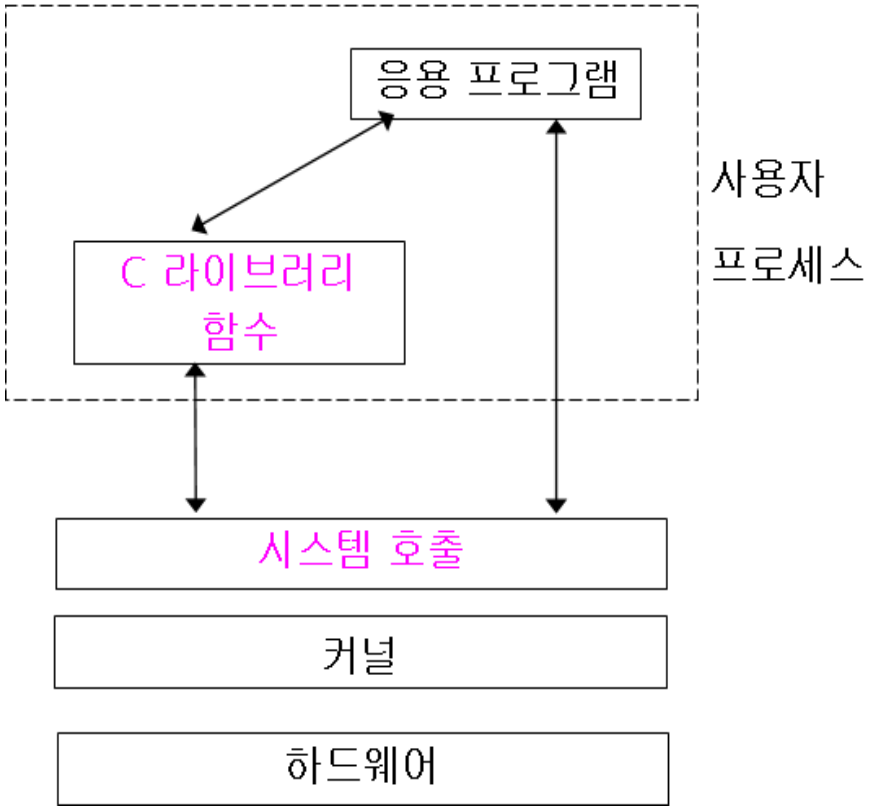
컴퓨터 시스템 구조

- 유닉스 커널(kernel)
  - 하드웨어를 운영 관리하여 다음과 같은 서비스를 제공
  - 파일 관리(File management)
  - 프로세스 관리(Process management)
  - 메모리 관리(Memory management)
  - 통신 관리(Communication management)
  - 주변장치 관리(Device management)

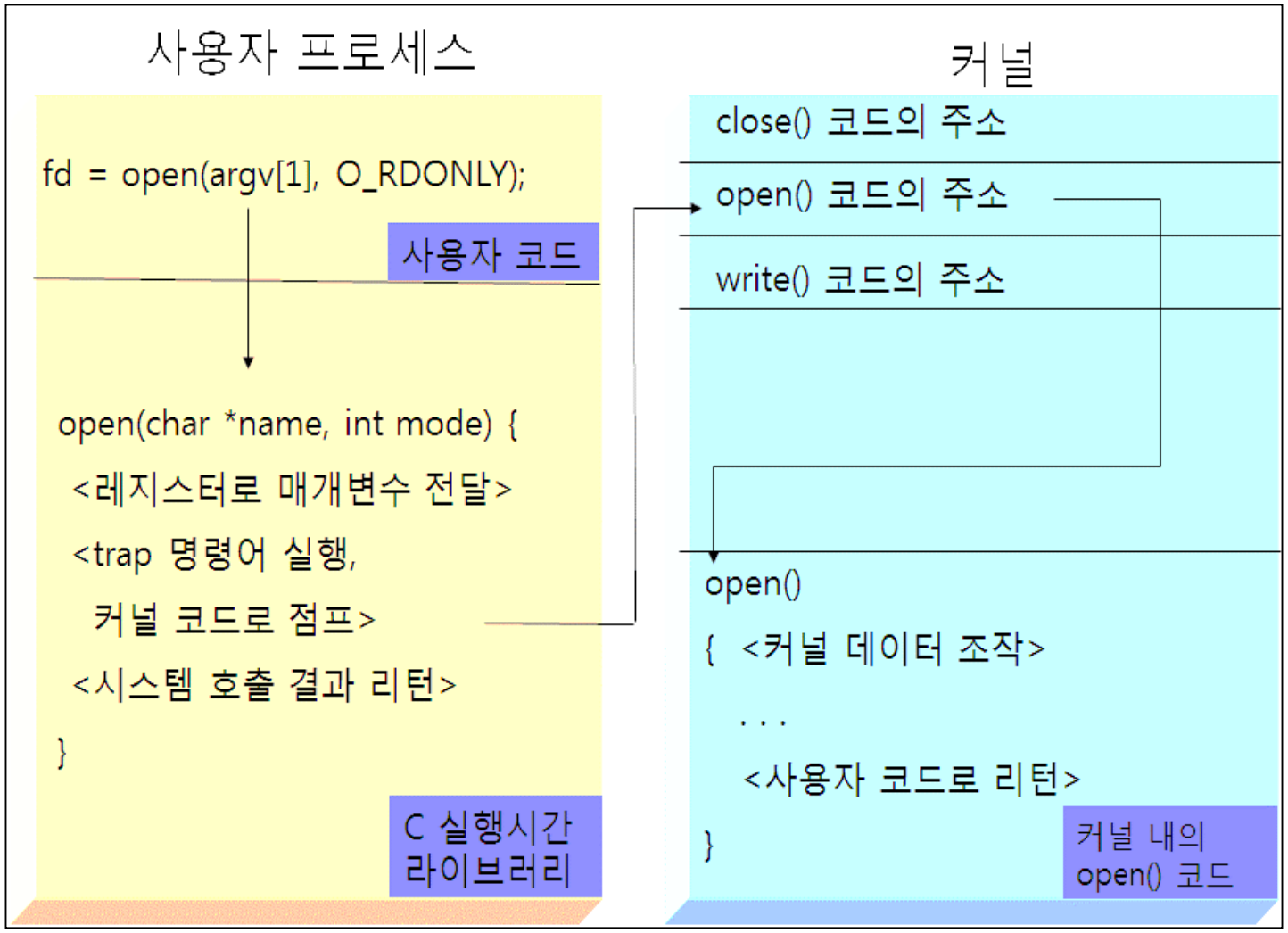


시스템 호출

- 시스템 호출은 커널에 서비스 요청을 위한 프로그래밍 인터페이스
- 응용 프로그램은 시스템 호출을 통해서 커널에 서비스를 요청한다.



시스템 호출 과정


사용자 프로세스
커널
fd = open(argv[1], O_RDONLY);
사용자 코드
open(char *name, int mode) {
<레지스터로 매개변수 전달>
<trap 명령어 실행,
커널 코드로 점프>
<시스템 호출 결과 리턴>
}
C 실행시간
라이브러리
close() 코드의 주소
open() 코드의 주소
write() 코드의 주소
open()
{ <커널 데이터 조작>
. . .
<사용자 코드로 리턴>
}
커널 내의
open() 코드

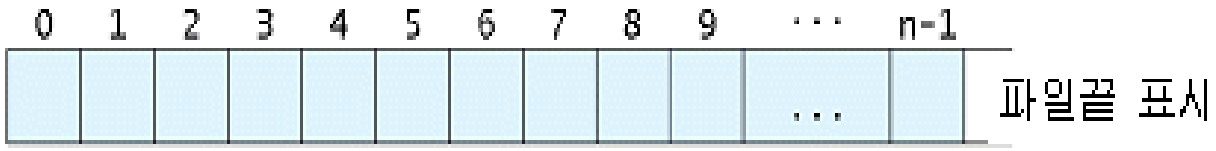
시스템 호출 요약

주요 자원	시스템 호출
파일	open(), close(), read(), write(), dup(), lseek() 등
프로세스	fork(), exec(), exit(), wait(), getpid(), getppid() 등
메모리*	malloc(), calloc(), free() 등
시그널	signal(), alarm(), kill(), sleep() 등
프로세스 간 통신	pipe(), socket() 등

5.2 파일

파일

- 연속된 바이트의 나열
- 특별한 다른 포맷을 정하지 않음
- 디스크 파일뿐만 아니라 외부 장치에 대한 인터페이스



파일 열기: open()

- 파일을 사용하기 위해서는 먼저 open() 시스템 호출을 이용하여 파일을 열어야 한다.

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
int open (const char *path, int oflag, [ mode_t mode ]);
```

파일 열기에 성공하면 파일 디스크립터를, 실패하면 -1을 리턴

- 파일 디스크립터는 열린 파일을 나타내는 번호이다.

파일 열기: open()

- oflag
  - O_RDONLY
    읽기 모드, read() 호출은 사용 가능
  - O_WRONLY
    쓰기 모드, write() 호출은 사용 가능
  - O_RDWR
    읽기/쓰기 모드, read(), write() 호출 사용 가능
  - O_APPEND
    데이터를 쓰면 파일 끝에 첨부된다.
  - O_CREAT
    해당 파일이 없는 경우에 생성하며
    mode는 생성할 파일의 사용권한을 나타낸다.

파일 열기: open()

- oflag
  - O_TRUNC

    파일이 이미 있는 경우 내용을 지운다.
  - O_EXCL

    O_CREAT와 함께 사용되며 해당 파일이 이미 있으면 오류
  - O_NONBLOCK

    넌블로킹 모드로 입출력 하도록 한다.
  - O_SYNC

    write() 시스템 호출을 하면 디스크에 물리적으로 쓴 후 반환된다

파일 열기: 예

- fd = open("account",O_RDONLY);
- fd = open(argv[1], O_RDWR);
- fd = open(argv[1], O_RDWR | O_CREAT, 0600);
- fd = open("tmpfile", O_WRONLY|O_CREAT|O_TRUNC, 0600);
- fd = open("/sys/log", O_WRONLY|O_APPEND|O_CREAT, 0600);
- if ((fd = open("tmpfile", O_WRONLY|O_CREAT|O_EXCL, 0666))==-1)

파일 열기: fopen.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
    int fd;
    if ((fd = open(argv[1], O_RDWR)) == -1)
        perror(argv[1]);
    printf("파일 %s 열기 성공₩n", argv[1]);
    close(fd);
    exit(0);
}
```

파일 생성: creat()

- creat() 시스템 호출
  - path가 나타내는 파일을 생성하고 쓰기 전용으로 연다.
  - 생성된 파일의 사용권한은 mode로 정한다.
  - 기존 파일이 있는 경우에는 그 내용을 삭제하고 연다.
  - 다음 시스템 호출과 동일

    open(path, WRONLY | O_CREAT | O_TRUNC, mode);

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
int creat (const char *path, mode_t mode );
```

파일 생성에 성공하면 파일 디스크립터를, 실패하면 -1을 리턴

파일 닫기: close()

- close() 시스템 호출은 fd가 나타내는 파일을 닫는다.

```
#include <unistd.h>
int close( int fd );
fd가 나타내는 파일을 닫는다.
성공하면 0, 실패하면 -1을 리턴한다.
```

데이터 읽기: read()

- read() 시스템 호출
  - fd가 나타내는 파일에서
  - nbytes 만큼의 데이터를 읽고
  - 읽은 데이터는 buf에 저장한다.

```
#include <unistd.h>
ssize_t read ( int fd, void *buf, size_t nbytes );
```

파일 읽기에 성공하면 읽은 바이트 수, 파일 끝을 만나면 0,
실패하면 -1을 리턴

파일 크기 계산: fsize.c

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#define BUFSIZE 512

/* 파일 크기를 계산 한다 */
int main(int argc, char *argv[])
{
    char buffer[BUFSIZE];
    int fd;
    ssize_t nread;
    long total = 0;
    if ((fd = open(argv[1], O_RDONLY)) == -1)
        perror(argv[1]);
    /* 파일의 끝에 도달할 때까지 반복해서 읽으면서 파일 크기 계산 */
    while( (nread = read(fd, buffer, BUFSIZE)) > 0)
        total += nread;
    close(fd);
    printf ("%s 파일 크기 : %ld 바이트 ₩n", argv[1], total);
    exit(0);
}
```

데이터 쓰기: write()

- write() 시스템 호출
  - buf에 있는 nbytes 만큼의 데이터를 fd가 나타내는 파일에 쓴다

```
#include <unistd.h>
ssize_t write (int fd, void *buf, size_t nbytes);
파일에 쓰기를 성공하면 실제 쓰여진 바이트 수를 리턴하고,
실패하면 -1을 리턴
```

파일 복사: copy.c

$cp file1 file2

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
/* 파일 복사 프로그램 */
main(int argc, char *argv[])
{
    int fd1, fd2, n;
    char buf[BUFSIZ];
    if (argc != 3) {
        fprintf(stderr,"사용법: %s file1 file2₩n", argv[0]);
        exit(1);
    }
    if ((fd1 = open(argv[1], O_RDONLY)) == -1) {
        perror(argv[1]);        exit(2);
    }
    if ((fd2 =open(argv[2], O_WRONLY |
    O_CREAT|O_TRUNC 0644)) == -1) {
        perror(argv[2]);        exit(3);
    }
    while ((n = read(fd1, buf, BUFSIZ)) > 0)
        write(fd2, buf, n);    // 읽은 내용을 쓴다.
    exit(0);
}
```

파일 디스크립터 복제

- dup()/dup2() 호출은 기존의 파일 디스크립터를 복제한다.

#include <unistd.h>

int dup(int oldfd);

oldfd에 대한 복제본인 새로운 파일 디스크립터를 생성하여 반환하다.

실패하면 –1을 반환한다.

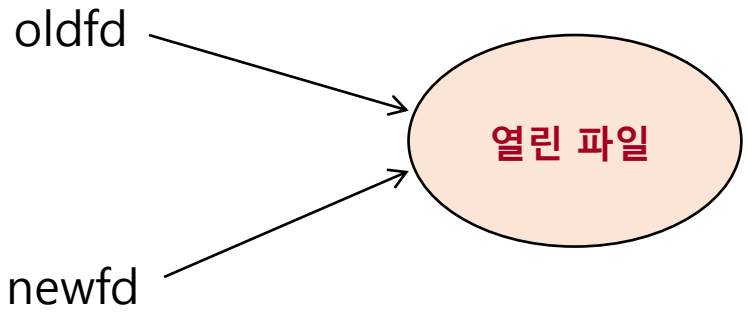
int dup2(int oldfd, int newfd);

oldfd을 newfd에 복제하고 복제된 새로운 파일 디스크립터를 반환한다.

실패하면 –1을 반환한다.

- oldfd와 복제된 새로운 디스크립터는 **하나의 파일을 공유한다.**

파일 디스크립터 복제



파일 디스크립터 복제: dup.c

```
1  #include <unistd.h>
2  #include <fcntl.h>
3  #include <stdlib.h>
4  #include <stdio.h>
6  int main()
7  {
8      int fd, fd2;
9
10    if((fd = creat("myfile", 0600)) == -1)
11          perror("myfile");
12
13     write(fd, "Hello! Linux", 12);
14     fd2 = dup(fd);
15     write(fd2, "Bye! Linux", 10);
16     exit(0);
17 }
```

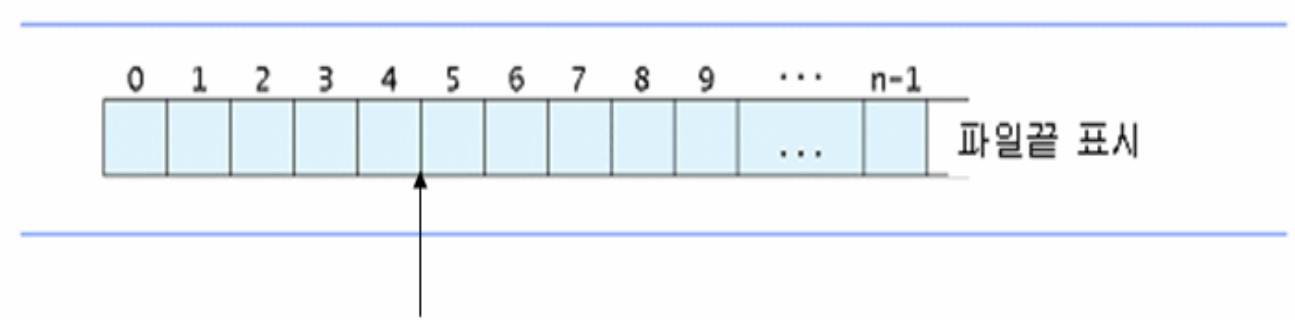
```
15     write(fd2, "Bye! Linux", 10);
16     write(fd, “^^^! Linux", 10);
17 exit(0);


$ dup
$ cat myfile
Hello! LinuxBye! Linux^^^! Linux
```

```
$ dup
$ cat myfile
Hello! LinuxBye! Linux
```

5.3 임의 접근 파일

임의 접근과 파일 위치 포인터(file position pointer)

- 파일 위치 포인터는 파일 내에 읽거나 쓸 위치인 현재 파일 위치(current file position)를 가리킨다.



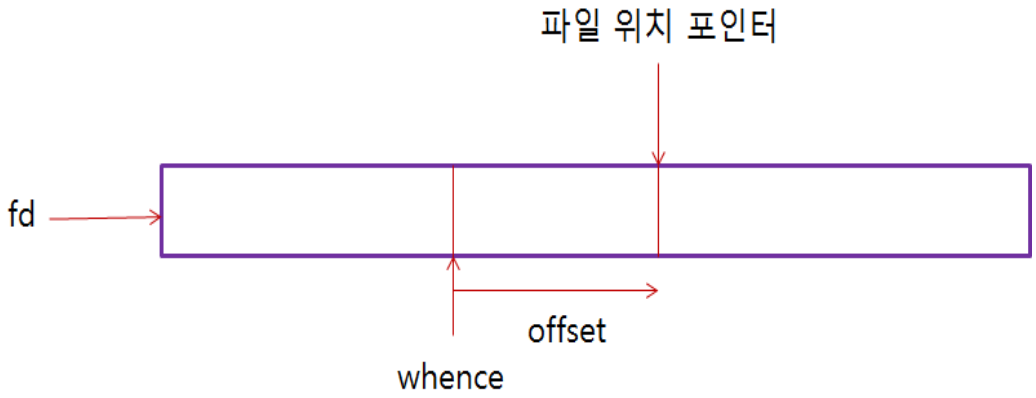
- 임의 접근 파일(random access file)
  - 파일 내의 원하는 지점으로 바로 이동하여 그곳에서 데이터를 읽거나 쓸 수 있다.

임의 접근: lseek()

- lseek() 시스템 호출
  - 임의의 위치로 파일 위치 포인터를 이동시킬 수 있다.

```
#include <unistd.h>
off_t lseek (int fd, off_t offset, int whence );
```

이동에 성공하면 현재 위치를 리턴하고 실패하면 -1을 리턴한다.



파일 위치 포인터이동: 예

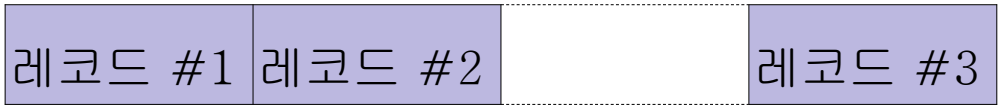
- 파일 위치 이동
  - lseek(fd, 0L, SEEK_SET); 파일 시작으로 이동(rewind)
  - lseek(fd, 100L, SEEK_SET); 파일 시작에서 100바이트 위치로
  - lseek(fd, 0L, SEEK_END); 파일 끝으로 이동(append)

- 레코드 단위로 이동
  - lseek(fd, n * sizeof(record), SEEK_SET); n+1번째 레코드 시작위치로
  - lseek(fd, sizeof(record), SEEK_CUR); 다음 레코드 시작위치로
  - lseek(fd, -sizeof(record), SEEK_CUR); 전 레코드 시작위치로 .

- 파일끝 이후로 이동
  - lseek(fd, sizeof(record), SEEK_END); 파일끝에서 한 레코드 다음 위치로

레코드 저장 예

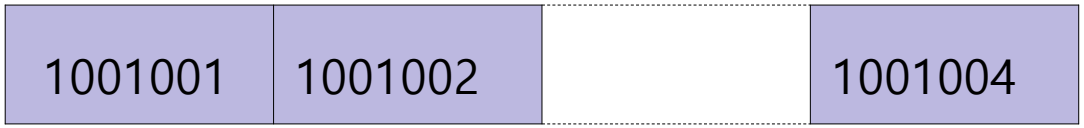
```
write(fd, &record1, sizeof(record));

write(fd, &record2, sizeof(record));

lseek(fd, sizeof(record), SEEK_END);

write(fd, &record3, sizeof(record));
```



학생 레코드 파일 예제

- 임의 접근을 이용한 학생 레코드 파일
  - 저장(dbcreate.c)
  - 질의(dbquery.c)
  - 수정(dbupdate.c)
- 학생 레코드 저장 위치
  - 학번을 기준으로 학생 레코드를 해당 위치에 저장한다.
  - 학번(rec.id)에 해당하는 학생 레코드의 위치

    (rec.id – START_ID) * sizeof(rec)



임의 접근을 이용한 학생 레코드 저장: dbcreate.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#include "student.h"
/* 학생 정보를 입력받아 데이터베이스 파일에 저장한다. */
int main(int argc, char *argv[])
{
    int fd;
    struct student record;
    if (argc < 2) {
        fprintf(stderr, "사용법 : %s file₩n", argv[0]);
        exit(1);
    }
```

dbcreate.c

```
    if ((fd = open(argv[1], O_WRONLY|O_CREAT|O_EXCL, 0640)) == -1) {
        perror(argv[1]);
        exit(2);
    }
    printf("%-9s %-8s %-4s₩n", "학번", "이름", "점수");
    while (scanf("%d %s %d", &record.id, record.name, &record.score) == 3) {
        lseek(fd, (record.id - START_ID) * sizeof(record), SEEK_SET);
        write(fd, (char *) &record, sizeof(record) );
    }
    close(fd);
    exit(0);
}
```

왼쪽맞춤

student.h

```
#define MAX 24

#define START_ID 1401001


struct student {

    char name[MAX];

    int id;

    int score;

};
```

```
$ dbcreate stdb1
   학번 이름 점수
   1001001 박연아 96
   1001003 김태환 85
   1001006 김현진 88
   1001009 장샛별 75
   ^D
```

임의 접근을 이용한 학생 레코드 검색: dbquery.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#include "student.h"
/* 학번을 입력받아 해당 학생의 레코드를 파일에서 읽어 출력한다. */
int main(int argc, char *argv[])
{
    int fd, id;
    struct student record;
    if (argc < 2) {
        fprintf(stderr, "사용법 : %s file₩n", argv[0]);
        exit(1);
    }
    if ((fd = open(argv[1], O_RDONLY)) == -1) {
        perror(argv[1]);
        exit(2);
    }
```

dbquery.c

```
    do {
        printf("₩n검색할 학생의 학번 입력:");
        if (scanf("%d", &id) == 1) {
            lseek(fd, (id-START_ID)*sizeof(record), SEEK_SET);
            if ((read(fd, (char *) &record, sizeof(record)) > 0) && (record.id != 0))
                printf("이름:%s₩t 학번:%d₩t 점수:%d₩n", record.name, record.id,
    record.score);
            else printf("레코드 %d 없음₩n", id);
        } else printf("입력 오류");
        printf("계속하겠습니까?(Y/N)");
        scanf(" %c", &c);
    } while (c=='Y');
    close(fd);
    exit(0);
}
```

임의 접근을 이용한 학생 레코드 검색

$ dbquery stdb1

검색할 학생의 학번 입력: 1001003

학번: 1001003 이름: 김태환 점수: 85

계속하겠습니까?(Y/N)Y

검색할 학생의 학번 입력: 1001006

학번: 1001006 이름: 김현진 점수: 88

계속하겠습니까?(Y/N)N

레코드 수정 과정

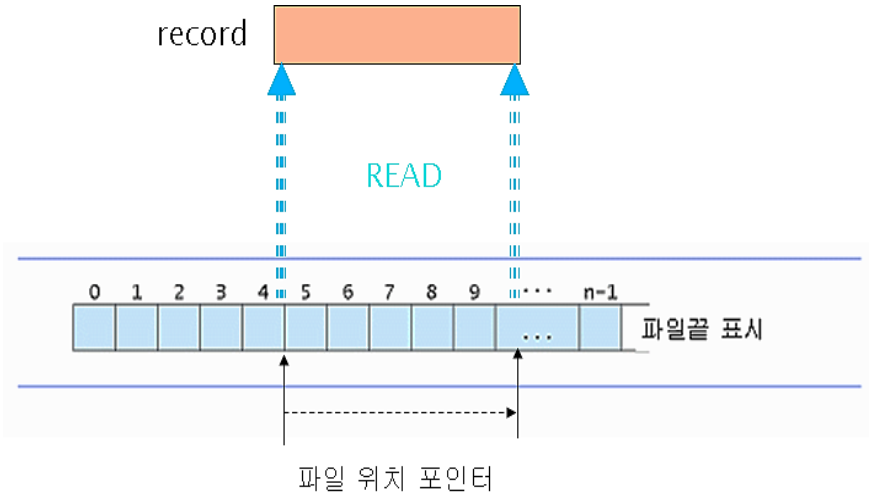
(1) 파일로부터 해당 레코드를 읽어서

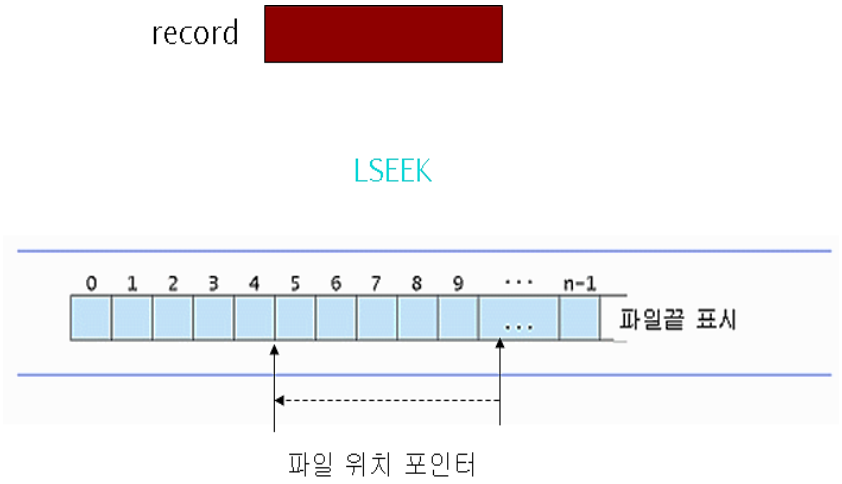
(2) 이 레코드를 수정한 후에

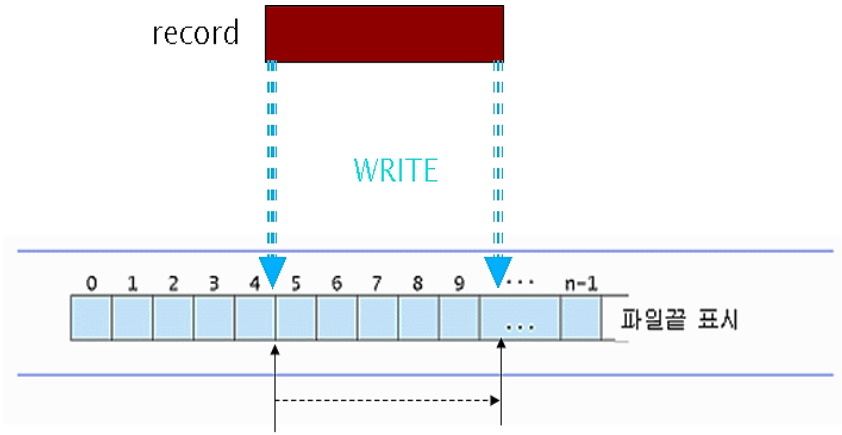
(3) 수정된 레코드를 다시 파일 내의 원래 위치에 써야 한다.

lseek를 이용하여 레코드 크기만큼 뒤로 이동 후에 write 해야 한다.

레코드 수정 과정


record
READ
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ··· n-1
파일끝 표시
파일 위치 포인터


record
LSEEK
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ··· n-1
파일끝 표시
파일 위치 포인터


record
WRITE
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ··· n-1
파일끝 표시
파일 위치 포인터

임의 접근을 이용한 학생 레코드 수정: dbupdate.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#include "student.h"
/* 학번을 입력받아 해당 학생 레코드를 수정한다. */
int main(int argc, char *argv[])
{
    int fd, id;
    char c;
    struct student record;
    if (argc < 2) {
        fprintf(stderr, "사용법 : %s file₩n", argv[0]);
        exit(1);
    }
    if ((fd = open(argv[1], O_RDWR)) == -1) {
        perror(argv[1]);
        exit(2);
    }
```

dbupdate.c

```
    do {
        printf("수정할 학생의 학번 입력: ");
        if (scanf("%d", &id) == 1) {
            lseek(fd, (long) (id-START_ID)*sizeof(record), SEEK_SET);
            if ((read(fd, (char *) &record, sizeof(record)) > 0) && (record.id != 0)) {
                printf("학번:%8d₩t 이름:%4s₩t 점수:%4d₩n", record.id, record.name,
                        record.score);
                printf("새로운 점수: ");
                scanf("%d", &record.score);
                lseek(fd, (long) -sizeof(record), SEEK_CUR);
                write(fd, (char *) &record, sizeof(record));
            } else printf("레코드 %d 없음₩n", id);
        } else printf("입력오류₩n");
        printf("계속하겠습니까?(Y/N)");
        scanf(" %c",&c);
    } while (c == 'Y');
    close(fd);
    exit(0);
}
```

임의 접근을 이용한 학생 레코드 수정

$ dbupdate stdb1

수정할 학생의 학번 입력: 1001009

학번: 1001009 이름: 장샛별 점수: 75

새로운 점수 입력: 85

계속하겠습니까?(Y/N)N

핵심 개념

- 시스템 호출은 커널에 서비스를 요청하기 위한 프로그래밍 인터페이스로 응용 프로그램은 시스템 호출을 통해서 커널에 서비스를 요청할 수 있다.
- 파일 디스크립터는 열린 파일을 나타낸다.
- open() 시스템 호출을 파일을 열고 열린 파일의 파일 디스크립터를 반환한다.
- read() 시스템 호출은 지정된 파일에서 원하는 만큼의 데이터를 읽고 write() 시스템 호출은 지정된 파일에 원하는 만큼의 데이터를 쓴다.
- 파일 위치 포인터는 파일 내에 읽거나 쓸 위치인 현재 파일 위치를 가리킨다.
- lseek() 시스템 호출은 지정된 파일의 현재 파일 위치를 원하는 위치로 이동시킨다.