

시스템 프로그래밍

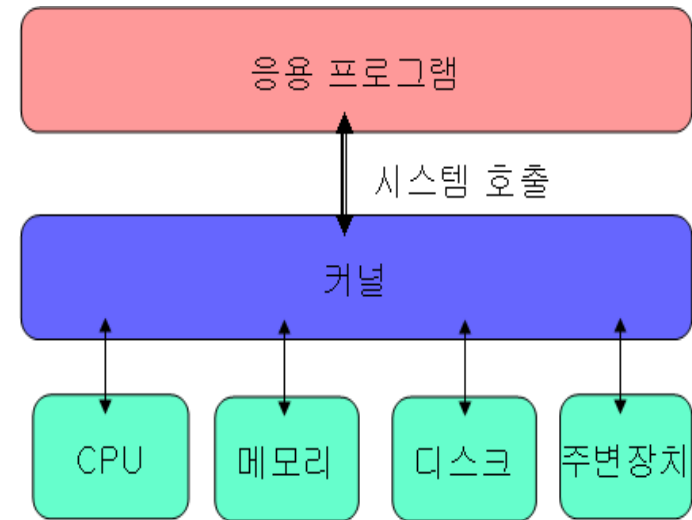
Linux system programming

File



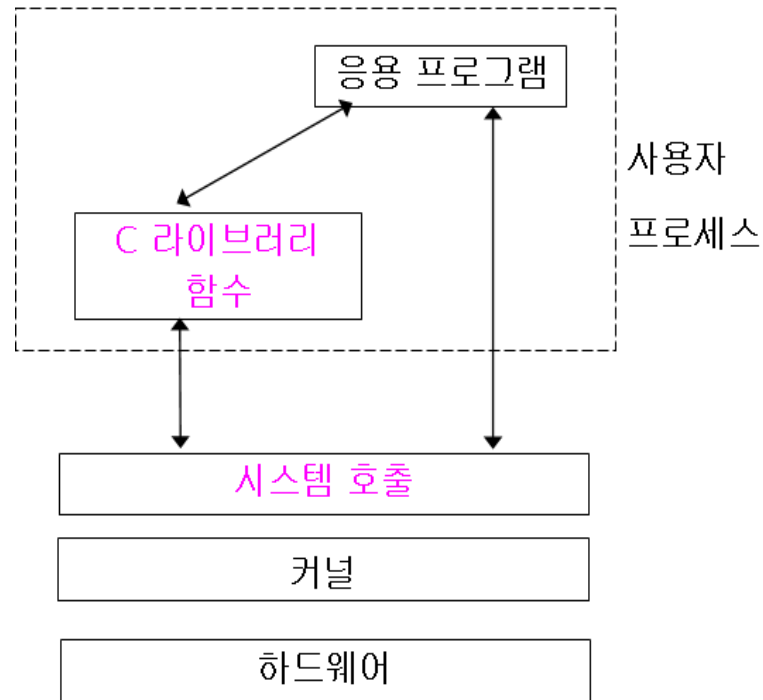
컴퓨터 시스템 구조

- 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)

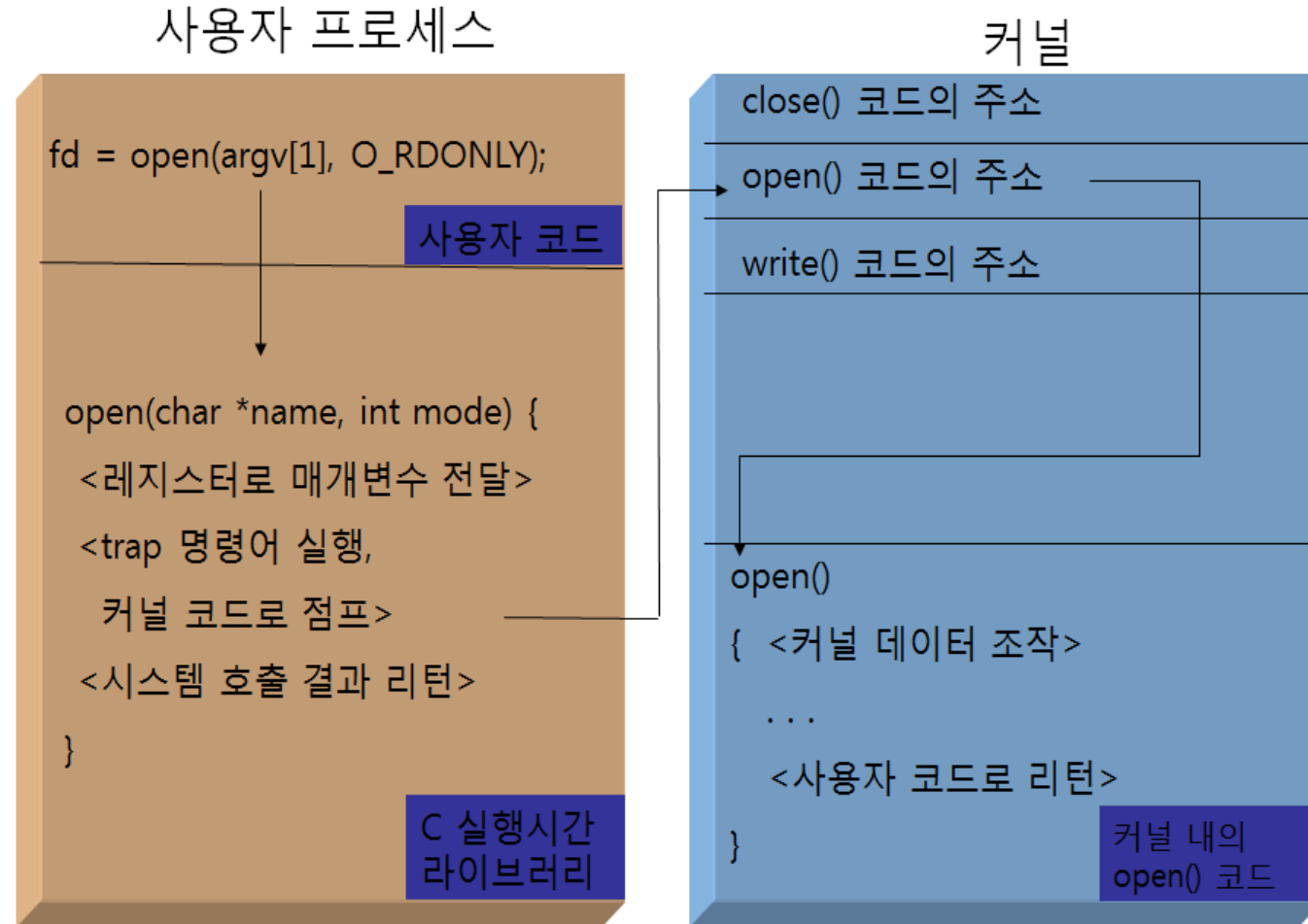


시스템 호출

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



시스템 호출 과정



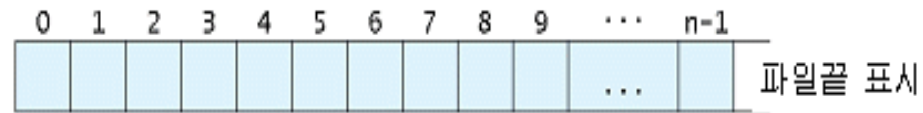
시스템 호출 요약

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



유닉스에서 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 파일끝에 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)`



fopen.c

```
#include <stdio.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)
        printf("파일 열기 오류\n");
    else printf("파일 %s 열기 성공 : %d\n", argv[1], fd);

    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



```
#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




```
#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.

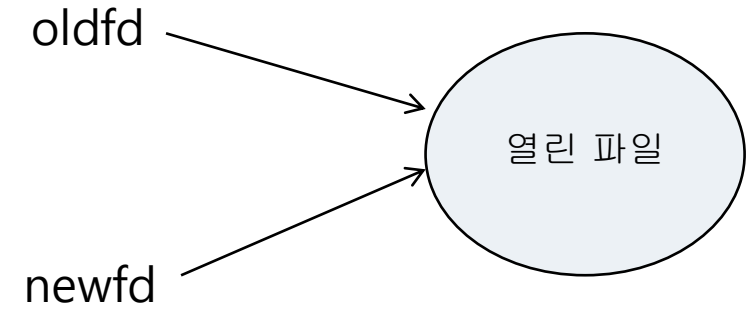
```
#include <unistd.h>
```

```
int dup(int oldfd);
```

oldfd에 대한 복제본인 새로운 파일 디스크립터를 생성하여 반환한다.
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.



```
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
int main()
{
    int fd1, fd2;

    if((fd1 = creat("myfile", 0600)) == -1)
        perror("myfile");

    write(fd1, "Hello! Linux", 12);
    fd2 = dup(fd1);
    write(fd2, "Bye! Linux", 10);
    exit(0);
}
```

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



파일 위치 포인터(file position pointer)

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



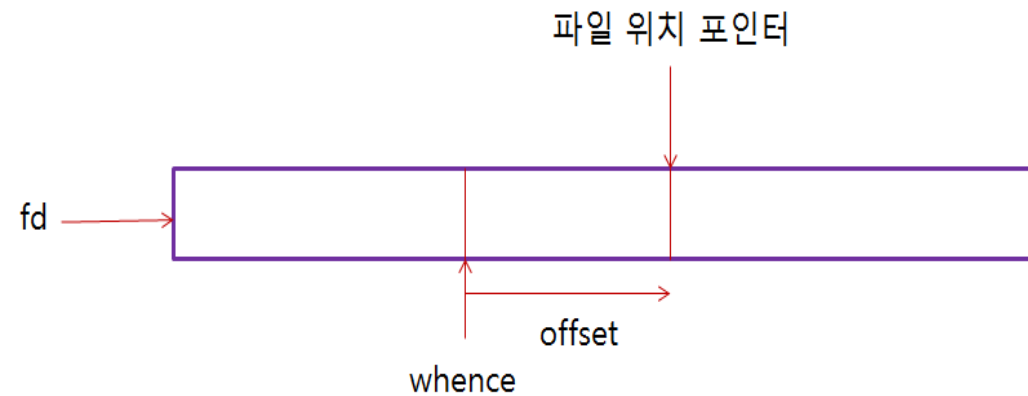
파일 위치 포인터 이동: lseek()

- 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 포인터 이동: 예

- 파일 위치 이동

- `lseek(fd, 0L, SEEK_SET);`
- `lseek(fd, 100L, SEEK_SET);`
- `lseek(fd, 0L, SEEK_END);`

파일 시작으로 이동(rewind)

파일 시작에서 100바이트 위치로

파일 끝으로 이동(append)

- 레코드 단위로 이동

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

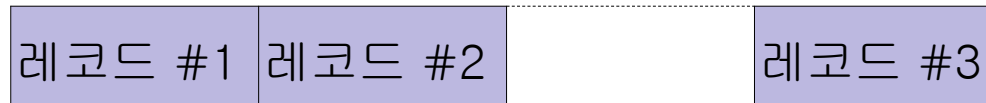
- 파일끝 이후로 이동

- `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));
```



```
#define MAX 24
#define START_ID 1401001

struct student {
    char name[MAX];
    int id;
    int score;
};
```




```
#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 fileWn", argv[0]);
        exit(1);
    }
}
```



```
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);  
}
```



```
#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 fileWn", argv[0]);
        exit(1);
    }
    if ((fd = open(argv[1], O_RDONLY)) == -1) {
        perror(argv[1]);
        exit(2);
    }
}
```

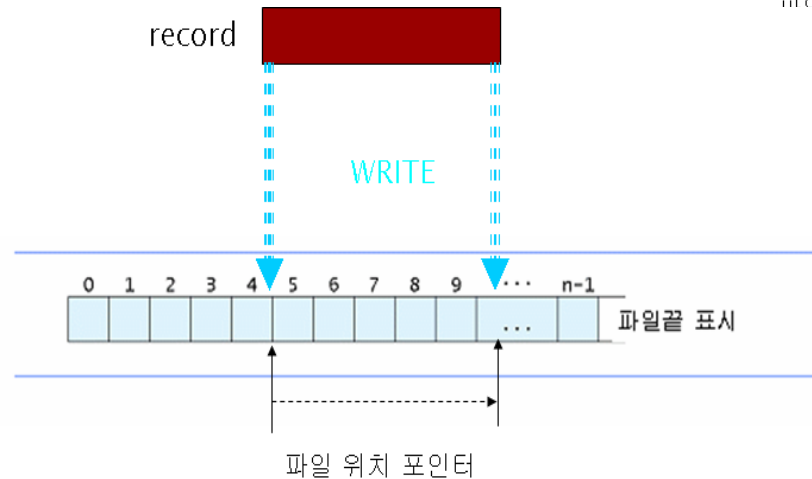
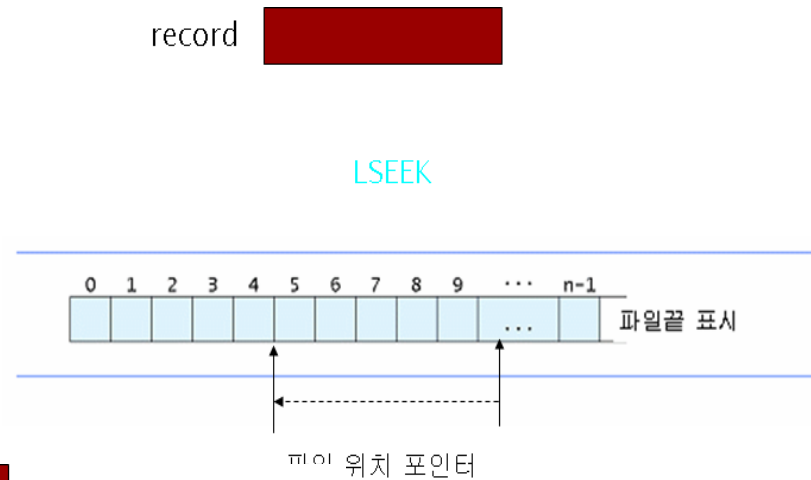
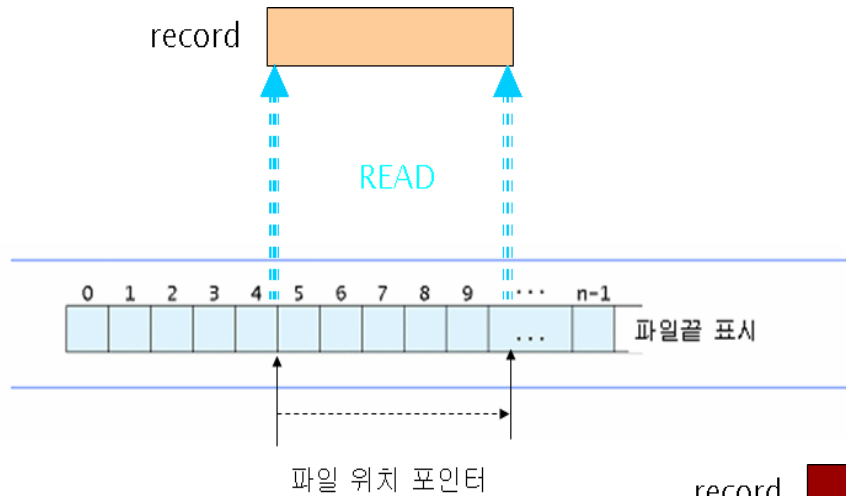


```
do {
    printf("\n검색할 학생의 학번 입력:");
    if (scanf("%d", &id) == 1) {
        lseek(fd, (id-START_ID)*sizeof(record), SEEK_SET);
        if ((read(fd, (char *) &record, sizeof(record)) > 0) && (record.id != 0))
            printf("이름:%s\t 학번:%d\t 점수:%d\n", record.name, record.id,
                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);
}
```



레코드 수정 과정

- (1) 파일로부터 해당 레코드를 읽어서
- (2) 이 레코드를 수정한 후에
- (3) 수정된 레코드를 다시 파일 내의 원래 위치에 써야 한다.



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 fileWn", argv[0]);
        exit(1);
    }
    if ((fd = open(argv[1], O_RDWR)) == -1) {
        perror(argv[1]);
        exit(2);
    }
}
```



```
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);
}
```



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 호출은 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.





Reference

- ✓ 리눅스 프로그래밍, 창병모, 생능출판
- ✓ <https://www.44bits.io/ko/post/wsl2-install-and-basic-usage>

