Linux Fundamental

강사. 유효곤

(ugonfor@gmail.com)

Contents

수업

- OS
  - Process
  - Threading
  - Signal, IPC
- System
  - Unix file system
  - Permission, File/Directory Information
    - sudo rm –rf /
  - File Creation & File I/O Function

실습

- labyrevnt
- 리눅스 쉘 기능 추가하기
  - mv 구현
  - ls 구현
  - sigint 처리
  - sigtstp 와 sigcont로 ST, FG구현

시작하기에 앞서서...

리눅스를 가르친다고 하면 뭘 가르치죠?

리눅스를 배운다면,

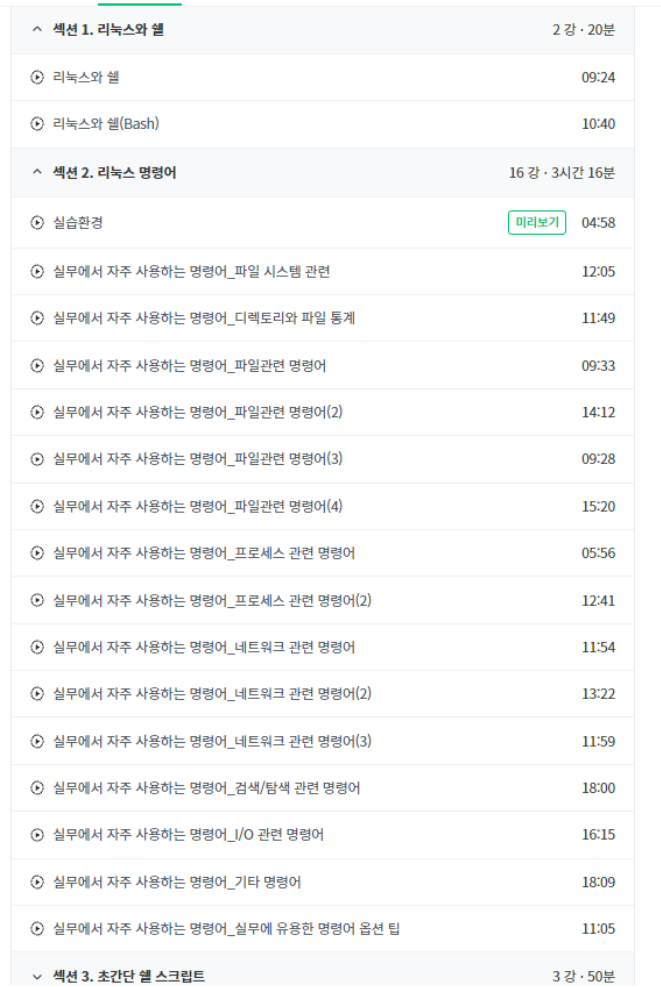
리눅스 사용법

- 기초 명령어
- 쉘 스크립트
- 디렉토리 구조
- 프로세스 실행
- 파일 권한
- …

리눅스 준비
- Codeonweb
- cloud9
- 맥(osx)
- virtual box(가상머신)

디렉토리와 파일
--help 와 man
필요한 명령을 검색으로 찾는 법
명령의 빈도수
sudo
파일편집 (nano)
패키지 매니저
다운로드 방법 (wget, git)
왜 CLI인가?
IO Redirection
쉘과 커널
쉘 스크립트
디렉토리의 구조
프로세스
파일을 찾는 법
백그라운드 실행
항상 실행 (daemon, service)
정기적으로 실행 (cron)
쉘을 시작할 때 실행
다중 사용자
관리자와 일반 사용자
사용자의 추가
권한 (permission)

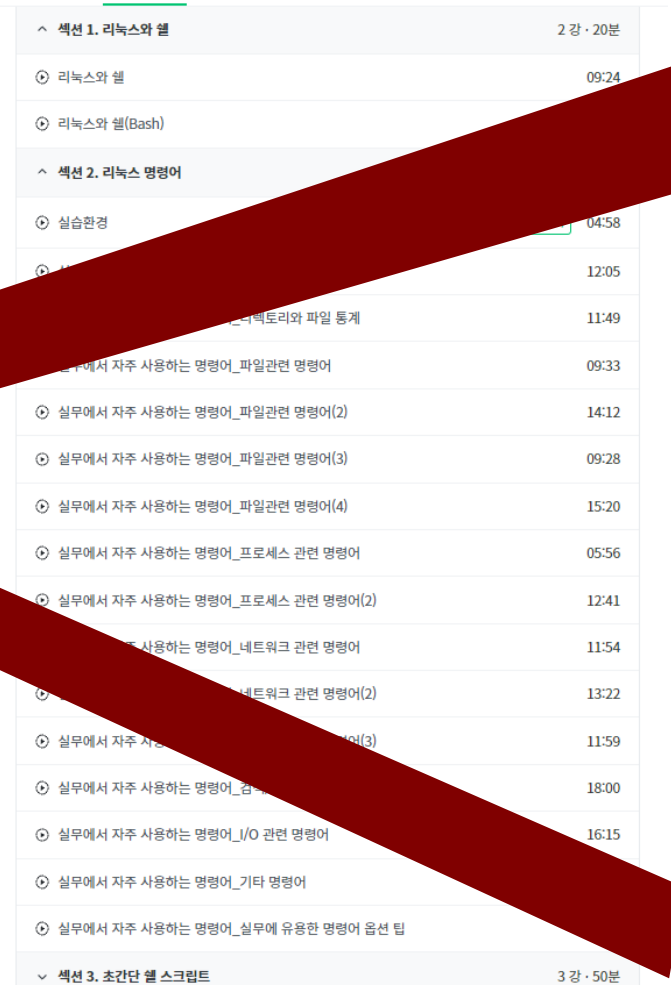
https://opentutorials.org/course/2598



리눅스를 배운다면,

리눅스 사용법

- 기초 명령어
- 쉘 스크립트
- 디렉토리 구조
- 프로세스 실행
- 파일 권한
- …



https://opentutorials.org/course/2598

리눅스를 배운다면,

시스템 프로그래밍

- 어셈블리 언어
  - 어셈블리 프로그래밍
  - 레지스터, 16bit Dos
- 컴퓨터 구조
  - 하드웨어 연결
  - CPU 프로세스
- 운영체제
  - 프로세스, 쓰레드
  - Signal, IPC
  - Exception Control
- 리눅스 파일 시스템
  - 파일, 디렉토리 구조,
  - 파일 생성, I/O
  - 메모리, 동적할당
- 네트워크
  - 동시성
  - 서버, I/O Multiplexing

리눅스를 배운다면,

시스템 프로그래밍

- 어셈블리 언어
  - 어셈블리 프로그래밍
  - 레지스터, 16bit Dos
- 컴퓨터 구조
  - 하드웨어 연결
  - CPU 프로세스
- 운영체제
  - 프로세스, 쓰레드
  - Signal, IPC
  - Exception Control
- 리눅스 파일 시스템
  - 파일, 디렉토리 구조,
  - 파일 생성, I/O
  - 메모리, 동적할당
- 네트워크
  - 동시성
  - 서버, I/O Multiplexing

오늘 다룰 내용

6~7주차에 다룰 예정

운영체제 관련

Process

Threading

Signal, IPC

Process

프로세스가 무엇인가?

어떻게 생성되고, 실행되고, 종료되는가?

Process

Proess란,

- Processor
  - 중앙 처리 장치
- Process
  - 동작중인 프로그램
  - 커널로 부터 할당받은 자원을 가지고, CPU가 기계어 명령들을 실행함에 따라 끊임없이 변화하는 동적인 객체
  - 즉, 메모리 + 레지스터 + Code Flow 등

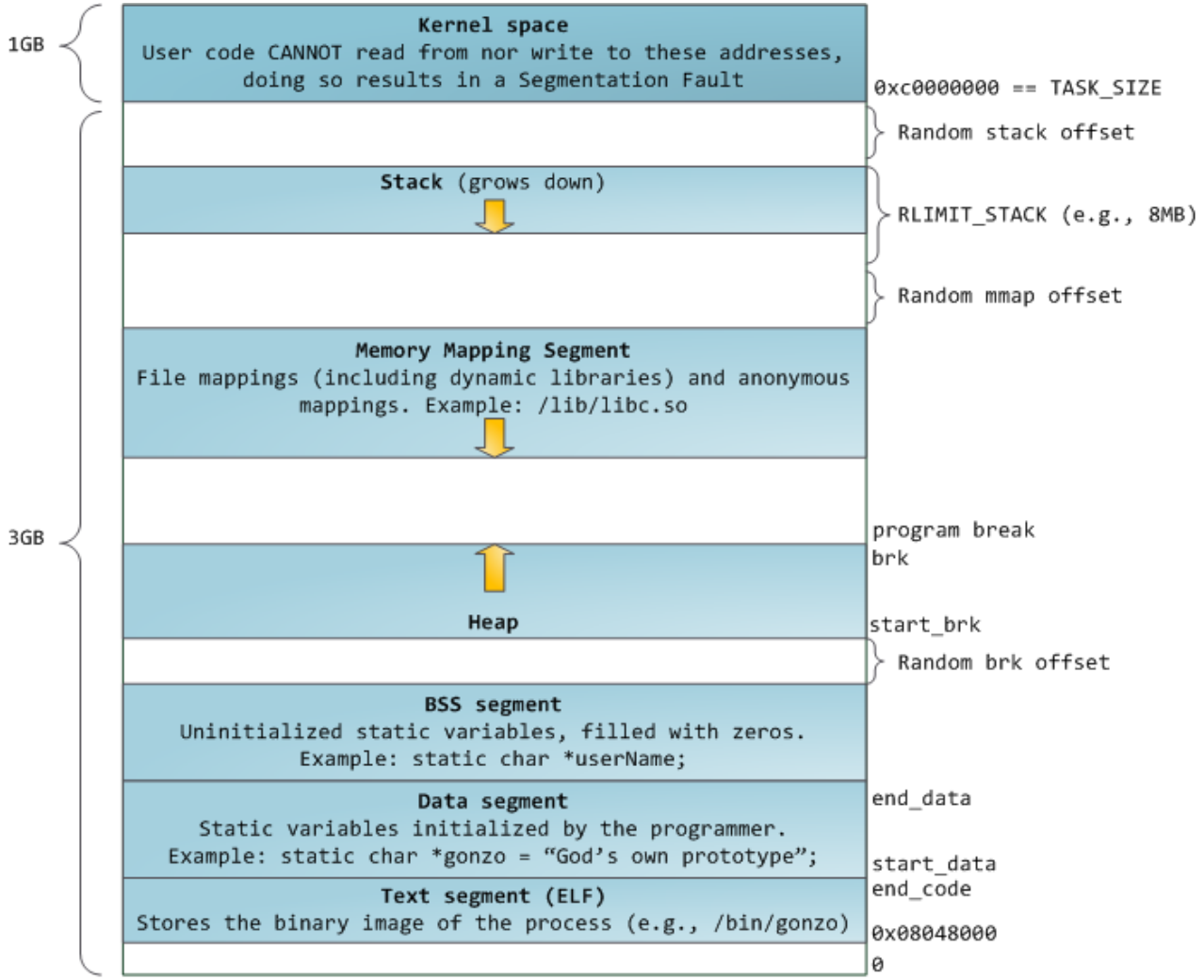
- Program vs Process vs Thread

Process

메모리구조

- Text : code, image of process
- Data : static variable
- Heap : dynamic memory
- Stack : local memory

- cat /proc/self/maps를 통해서 확인해보자.



Process

Process id

- 프로세스 고유한 ID
- getpid(), getppid()를 통해서 자신의 pid와 부모 프로세스의 pid를 확인할 수 있음.

- 내가 어떤 프로세스를 bash를 통해서 실행시켰을 때, 그 프로세스의 부모 프로세스는?

```
ugonfor@gongon:~/ugonfor/Cyber-Guardians-Lecture-Note/Week2$ ps all
F   UID   PID  PPID PRI  NI    VSZ   RSS WCHAN  STAT TTY        TIME COMMAND
4  1000  3388  3387  20   0  10184  5376 do_wai Ss   pts/0      0:00 -bash
0  1000  6160  3388  20   0  10536  3136 -      R+   pts/0      0:00 ps all
```

Process

fork & exit & exec

- 프로세스를 구성하는 데 가장 중요한 함수들
  - fork : 자식 프로세스 생성
  - exit : 프로세스를 종료
  - exec : 프로그램을 실행

Process

자식프로세스를 어떻게 생성하는 가?

- fork() 함수를 통해 보통 자식 프로세스를 생성한다.
- fork를 하는 순간 자식 프로세스는 부모 프로세스의 모든 메모리를 복사
- 이후, 둘은 독립적인 프로세스가 된다.

- fork의 반환값을 통해 자식/부모 프로세스를 구별함.
  - 반환값은 자식프로세스 : 0
  - 부모프로세스: 자식프로세스의 pid

Process

자식프로세스는 어떻게 종료되는 가?

- Exit()
  - File descriptor 종료
  - 메모리, 자원 등 반납
  - 자식 프로세스에 SIGHUP Signal
  - 부모 프로세스에 SIGCHLD Signal
  - exit(0), exit(1) 등 반환값을 부모 프로세스에 전달

Process

쉘은 어떻게 프로그램을 실행하는 가?

- exec() 함수군
  - 명령이나 실행 파일을 실행
  - exec함수 실행시 프로세스의 메모리 이미지가 실행파일로 변환됨.

Process

부모 프로세스가 자식 프로세스를 관리하는 법

- pid_t wait(int *stat_loc) 함수
  - Stat_loc : 상태를 저장할 주소

	wait 함수 반환 값	statloc 값
자식 프로세스가 정상적으로 종료	프로세스 ID	- WIFEXITED(statloc) 매크로가 true를 반환 - 하위 8비트를 참조하여 자식 프로세스가 exit, _exit, _Exit에 넘겨준 인자값을 얻을 수 있음, WEXITSTATUS(statloc)
자식 프로세스가 비정상적으로 종료	프로세스 ID	- WIFSIGNALED(statloc) 매크로가 true를 반환 - 비정상 종료 이유를 WTERMSIG(statloc) 매크로를 사용하여 구할 수 있음
wait 함수 오류	-1	- ECHILD : 호출자의 자식 프로세스가 없는 경우 - EINTR : 시스템 콜이 인터럽트 되었을 때

Process

그래서 프로세스가 뭔가요?

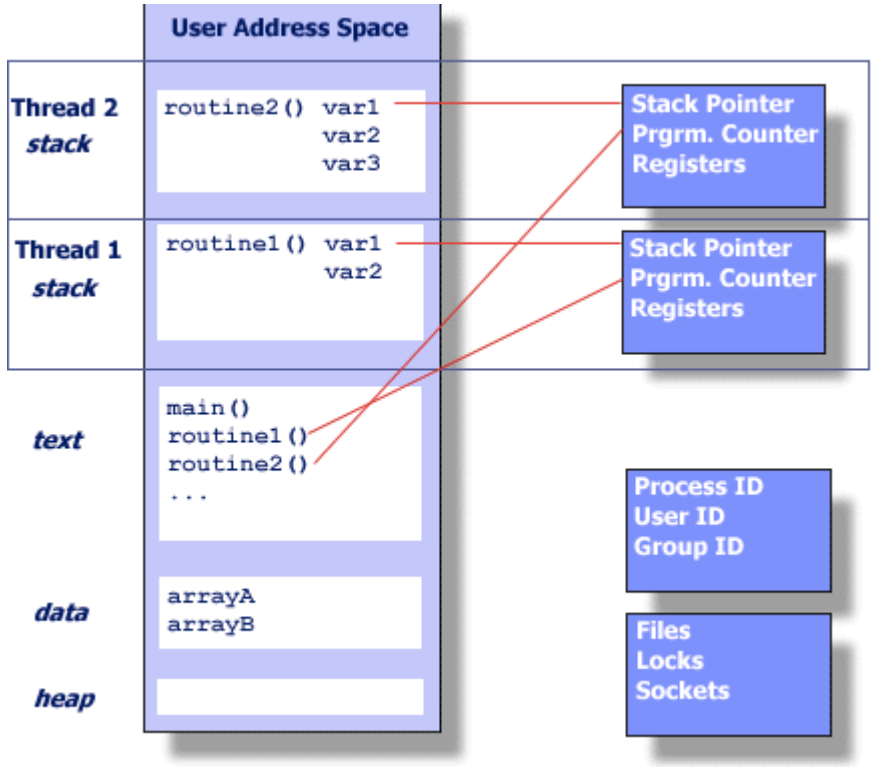
Thread

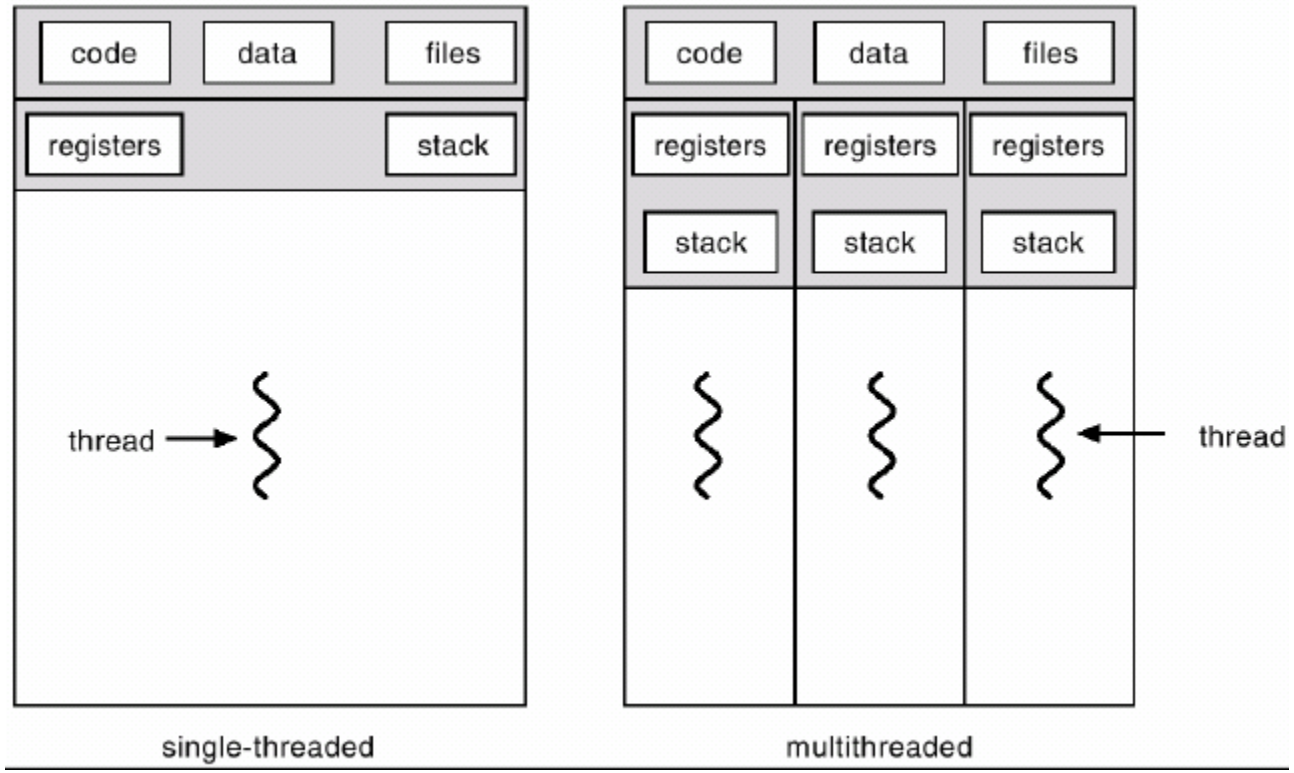
Thread란,

Process와 차이점은?

Thread

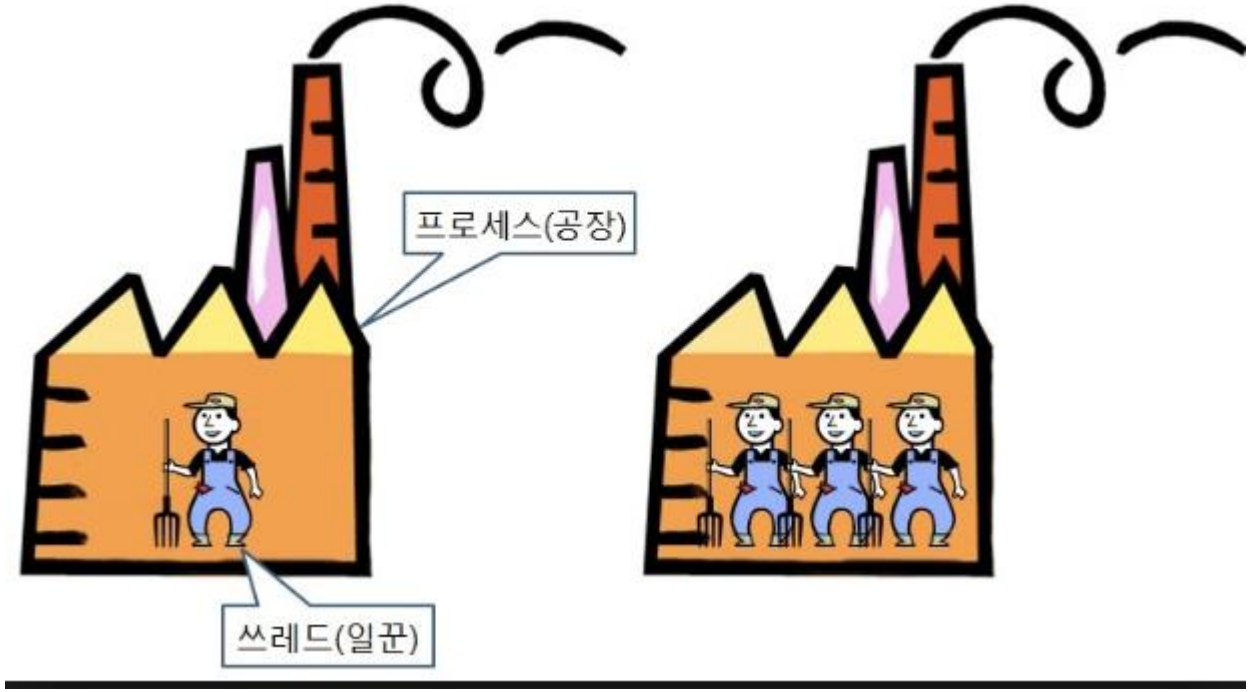
Thread란,





Thread

Thread란,



Thread

Thread란,

- 같은 프로세스 내의 쓰레드는 동일한 pid, ppid를 가진다.
- 같은 가상 메모리를 공유
- 자식 쓰레드에서의 문제가 부모 쓰레드에 영향 줄 수 있음.
- Resource
  - 공유 됨: Code, data, heap, fd, ⋯
  - 분리 됨: register, stack
- Thread는 동시에 일을 처리하는 것인 데 어떻게 그럴 수 있는 가?
- Thread가 많으면 많을 수록 좋을까?

Thread

Process vs Thread

- Process: 동적으로 실행중인 프로그램으로 CPU 시간, 주소 공간, 독립된 메모리 영역이 주어짐
- Thread : Process 내에서의 서로 다른 실행 흐름으로, 대부분의 자원을 공유함.

- Thread가 가지는 장점은?
  - 프로세스를 생성하는 것보다 Thread를 생성하는 것이 부하가 적음

Signal, IPC

프로세스간 신호, 데이터를 주고받는 방법

Signal

Signal이란?

- 어떤 이벤트가 발생했다는 것을 프로세스에게 전달하기 위한 일종의 소프트웨어 인터럽트
- 이벤트의 종류
  - Hardware Exception (0으로 나누기)
  - Software Condition (알람시간)
  - 사용자 입력 (CTRL+C)
  - Kill 명령
- 시그널 처리
  - 기본 설정 작업 수행 : 무시, 종료, 종료+core dump
  - Signal handler에서 수행
  - 무시

Signal

Signal example

번호	이름	설명	기본 처리
1	SIGHUP (HUP)	HangUP의 약어로 로그아웃과 같이 터미널에서 접속이 끊겼을 때 보내지는 시그널입니다. 데몬 관련 환경 설정 파일을 변경시키고 변화된 내용을 적용하기 위해 재시작할 때 이 시그널이 사용됩니다.	종료
2	SIGINT (INT)	키보드로부터 오는 인터럽트 시그널로 실행을 중지. [CTRL]+[c] 입력 시에 보내지는 시그널입니다.	종료
3	SIGQUIT (QUIT)	키보드로부터 오는 실행 중지 시그널. [CTRL] + [₩] 입력 시에 보내지는 시그널입니다. 기본적으로 프로세스를 종료시킨 뒤 코어를 덤프하는 역할을 합니다.	코어 덤프
4	SIGILL (ILL)	illegal instruction의 약자입니다. 잘못된 명령을 사용했을 때 발생합니다.	코어 덤프
5	SIGTRAP (TRAP)	trace(추적), breakpoint(중지점)에서 TRAP 발생할 때	코어 덤프
6	SIGABRT (ABRT)	abort의 약자로 비정상종료 함수에 의해 발생합니다. (즉 abort 시스템 호출을 하였을 때 발생)	코어 덤프
7	SIGBUS	메모리 접근 에러시 발생하는 시그널입니다.	코어 덤프
9	SIGKILL (KILL)	KILL! 무조건 종료, 즉 프로세스를 강제로 종료시키는 시그널!	종료
11	SIGSEGV	invalid memory reference	종료 + 코어덤프
15	SIGTERM (TERM)	Terminate의 약자로 가능한 정상 종료시키는 시그널로 kill 명령의 기본 시그널입니다.	종료
17	SIGCHLD (child)	자식 프로세스가 stop 되거나 종료되었을 때 부모에게 전달되는 신호입니다. (멀티 프로세스 코딩에서 자세한 사용법은 배울 거..)	무시
18	SIGCONT (CONT)	Continue의 약자로 STOP 시그널에 의해 정지된 프로세스를 다시 실행시킬 때 사용됩니다.	재시작
19	SIGSTOP (STOP)	터미널에서 입력된 정지 시그널입니다. SIGCONT로 재실행시킬 수 있습니다.	중지
20	SIGTSTP (TSTP)	실행 정지 후 다시 실행을 계속하기 위해 대기시키는 시그널입니다. [CTRL] + [z]를 입력했을 때 보내지는 시그널입니다. SIGCONT로 역시 다시 실행시킬 수 있습니다.	중지
29	SIGIO	비동기 입출력이 발생했을 경우 ! (I/O now possible!)	종료

https://jhnyang.tistory.com/143

Signal

Signal 처리

- signa과 sighandler 함수를 정의하여 처리
- void signal(int, function_pointer)
  - Int에 해당하는 signal이 발생하면 function_pointer에 해당하는 함수로 처리하라

IPC

Inter-Process Communication

- 프로세스들 사이에 데이터를 주고 받는 방식
  - File
  - Signal
  - Socket : 네트워크를 통하여 이동
  - Message Queue : 패킷으로 관리
  - Pipe : 프로세스간 연결되는 file descriptor 생성
  - Shared Memory : 공유 메모리를 할당 가능

파일 시스템 관련

Unix file system

sudo rm -rf /

Permission, File/Directory Information

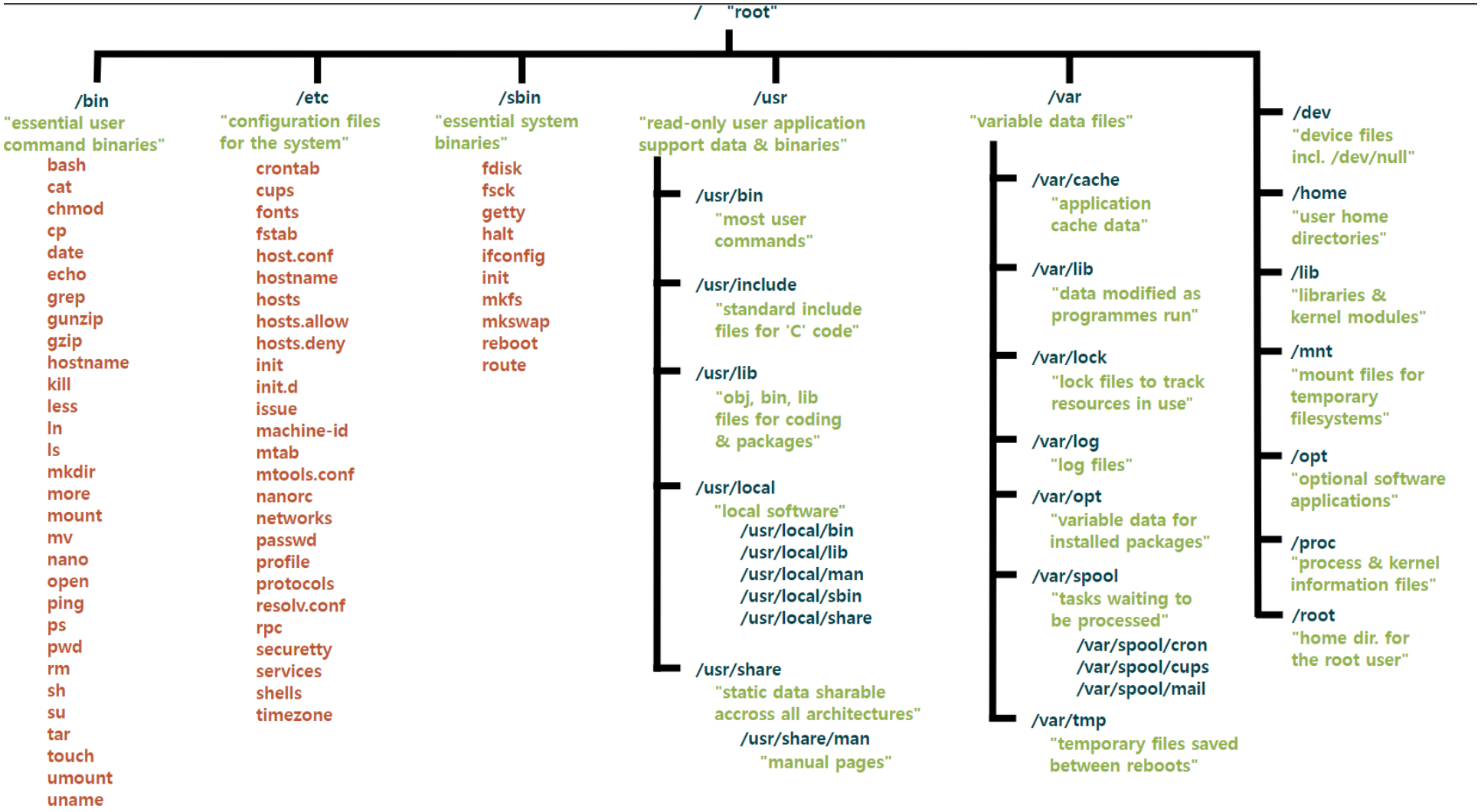
File Creation & File I/O Function

Unix File System

Unix는 어떤 구조로 되어있고, 어떻게 데이터를 저장하는 가?

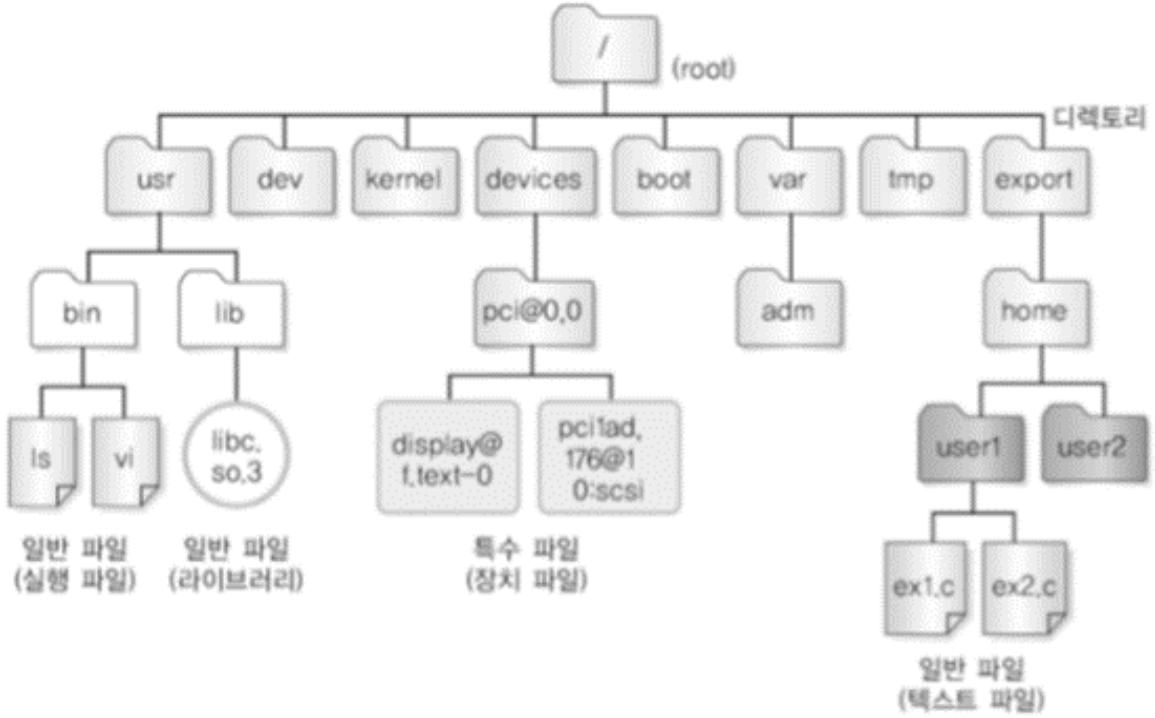
Unix file system

File System



Unix file system

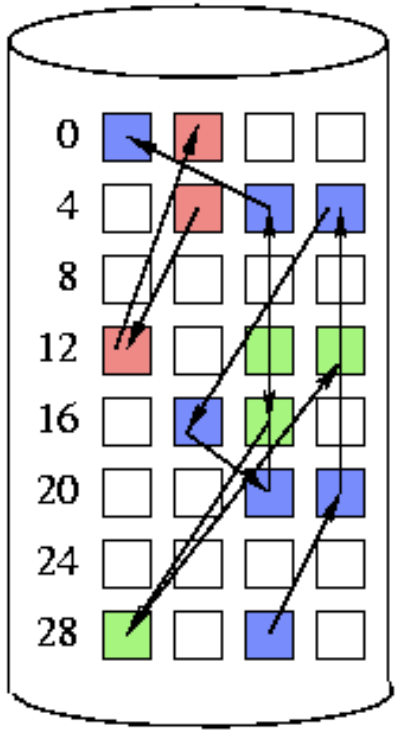
File System



Unix file system

하드웨어에서 파일은 어떻게 관리 되는 가?

- 가상메모리가 아니라, 실제 하드 디스크에서 파일은?
  - 조각나서 데이터를 저장하고 있음.
  - Linked list 형태로 다음 데이터의 위치를 가리켜서 데이터를 모음
  - 장점 / 단점



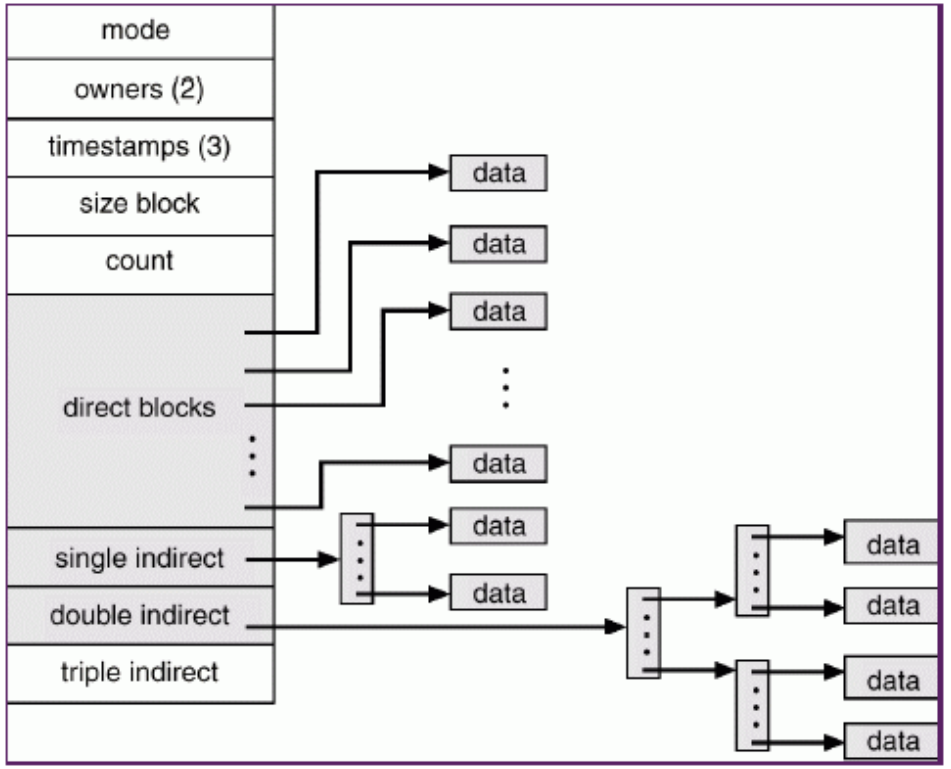
Directory

File	Start	End
moo	5	1
snow	30	0
fall	14	15

Unix file system

하드웨어에서 파일은 어떻게 관리 되는 가?

- Inode란,
  - 조각난 데이터들을 파일, 디렉토리 등으로 인식하게 해주는 것
  - Metadata, 데이터 블록 정보, 블록 사이즈 등을 저장
  - inode 테이블이 따로 존재 => Forensic관점에서 굉장히 중요
- Metadata란,
  - 파일의 소유자 uid, gid, 파일크기, 권한, 변경된 시각 등
- stat()함수를 통해서 관련 정보를 가져올 수 있음.

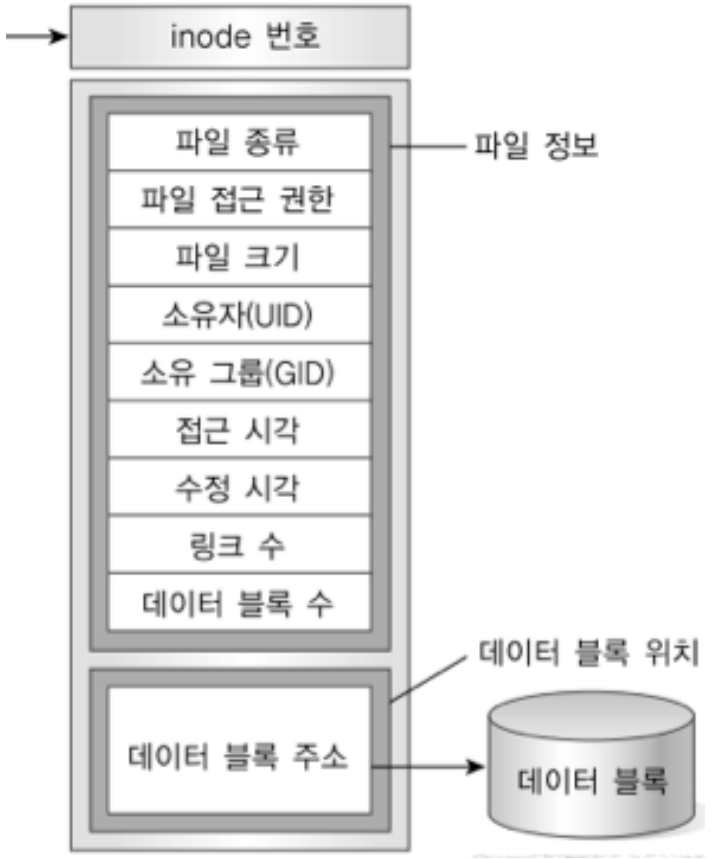



```
ugonfor@gongon:~/ugonfor/Cyber-Guardians-Lecture-Note/Week2$ stat babyVM/Makefile
  File: babyVM/Makefile
  Size: 151             Blocks: 8          IO Block: 4096   regular file
Device: 810h/2064d      Inode: 220378      Links: 1
Access: (0644/-rw-r--r--)  Uid: ( 1000/ ugonfor)   Gid: ( 1000/ ugonfor)
Access: 2021-10-14 22:09:54.840000000 +0900
Modify: 2021-10-14 22:08:28.850000000 +0900
Change: 2021-10-14 22:08:28.850000000 +0900
 Birth: -
```

Unix file system

하드웨어에서 파일은 어떻게 관리 되는 가?

- 파일 하나에 Inode 하나가 무조건 매칭 되어야 함.
- Inode 정보가 없다면, 파일로 인식을 못한다.



Unix file system

sudo rm –rf /

- https://drive.google.com/drive/folders/18pWBnR6Nk742pBFaMOeTW7q-jCHFM2-G?usp=sharing

Permission
File/Directory Information

Permission

drwxrwxrwx

Q. 파일 접근 권한(Permission) 은 몇 바이트 인가?

Permission

drwxrwxrwx

Q. 파일 접근 권한(Permission) 은 몇 바이트 인가?

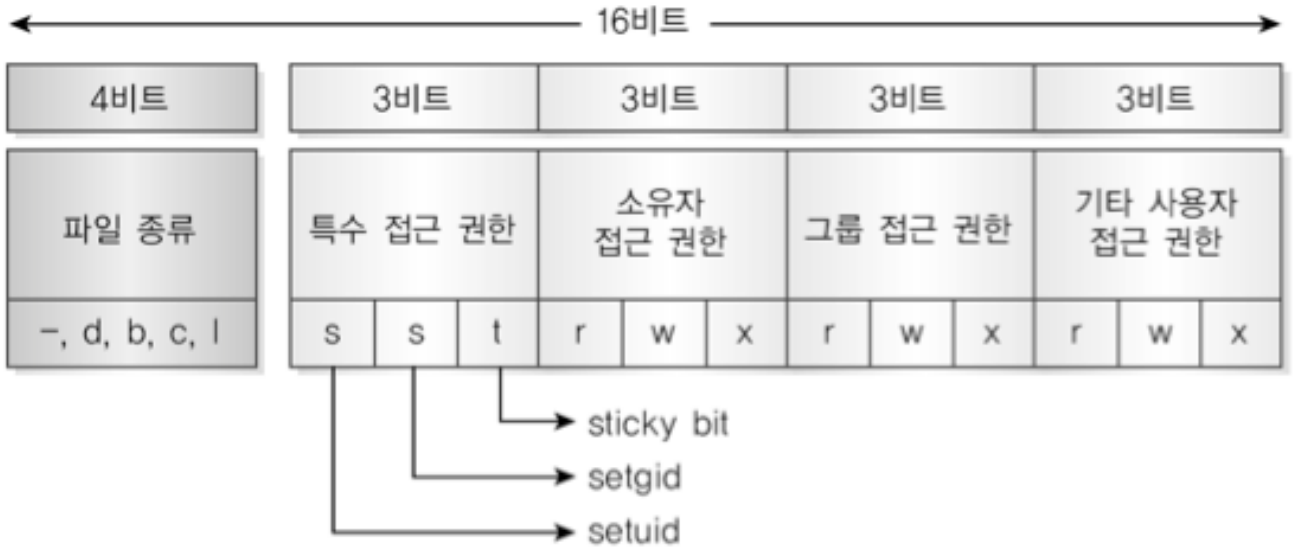
```
ugonfor@gongon:~/ugonfor/tmp$ ll
total 8
drwxr-xr-x 2 ugonfor ugonfor 4096 Oct 15 12:15 ./
drwxr-xr-x 9 ugonfor ugonfor 4096 Oct 12 01:08 ../
-rw-r--r-- 2 ugonfor ugonfor    0 Oct 15 12:13 1
-rw-r--r-- 2 ugonfor ugonfor    0 Oct 15 12:13 2
lrwxrwxrwx 1 ugonfor ugonfor    1 Oct 15 12:13 3 -> 2
prw-r--r-- 1 ugonfor ugonfor    0 Oct 15 12:15 4|
```

상수명	상수값(16진수)	기능
S_IFMT	0xF000	st_mode 값에서 파일의 종류를 정의한 부분을 가져옴
S_IFIFO	0x1000	FIFO 파일
S_IFCHR	0x2000	문자 장치 특수 파일
S_IFDIR	0x4000	디렉토리
S_IFBLK	0x6000	블록 장치 특수 파일
S_IFREG	0x8000	일반 파일
S_IFLNK	0xA000	심볼릭 링크 파일
S_IFSOCK	0xC000	소켓 파일

Permission

drwxrwxrwx

Q. 파일 접근 권한(Permission) 은 몇 바이트 인가?



File/Directory Information

파일, 디렉토리 관련 함수

- int stat(const char *pathname, struct stat *statbuf);
- Int access(const char* path, int amode);
- Int chmod(const char* path, mode_t mode);
- Int fchmod(int fd, mode_t mode
- int symlink(const char *target, const char *linkpath);
- int lstat(const char *pathname, struct stat *statbuf);
- ssize_t readlink(const char *pathname, char *buf, size_t bufsiz);
- char *realpath(const char *path, char *resolved_path);

File/Directory Information

파일, 디렉토리 관련 함수

- 디렉토리 생성 : mkdir (2)
  - int mkdir(const char *path, mode_t mode);
- 디렉토리 삭제 : rmdir (2)
  - int rmdir(const char *path);
- 디렉토리 이름 변경 : rename (2)
  - int rename(const char *old, const char *new);
- 현재 작업 디렉토리 위치 : getcwd (3)
  - char *getcwd(char *buf, size_t size);
- 디렉토리 이동 : chdir (2)
  - int chdir(const char *path);
- 오류 발생 시 리턴 값이 -1

File/Directory Information

파일, 디렉토리 관련 함수

- 디렉토리 열기 : opendir (3)
  - include <dirent.h>
  - DIR *opendir(const char *dirname);
- 디렉토리 닫기 : closedir (3)
  - int closedir(DIR *dirp);
- 디렉토리 정보 읽기 : readdir (3)
  - struct dirent *readdir(DIR *dirp)

File Creation & File I/O Function

File Creation & File I/O Function

open vs fopen

	저수준 파일 입출력	고수준 파일 입출력
파일 지시자	int fd	FILE *fp;
특징	- 훨씬 빠르다 - 바이트 단위로 읽고 쓴다 - 특수 파일에 대한 접근이 가능하다	- 사용하기 쉽다. - 버퍼 단위로 읽고 쓴다. - 데이터의 입출력 동기화가 쉽다. - 여러 가지 형식을 지원한다.
주요 함수	open, close, read, write, dup, dup2, fcntl, lseek, fsync	fopen, fclose, fread, fwrite, fputs, fgets, fprintf, fscanf, freopen, fseek

File Creation & File I/O Function

Low level functions

- int open(const char *pathname, int flags, mode_t mode);
- int close(int fd);
- ssize_t read(int fd, void *buf, size_t count);
- ssize_t write(int fd, const void *buf, size_t count);
- off_t lseek(int fd, off_t offset, int whence);
- int dup(int oldfd);
- int dup2(int oldfd, int newfd);
- int fcntl(int fd, int cmd, ... /* arg */);
- int unlink(const char *pathname);
- int remove(const char *pathname);

File Creation & File I/O Function

High level functions

- FILE *fopen(const char *filename, const char *mode);
- int fclose(FILE *stream);
- int fgetc(FILE *stream); // 문자 한 개를 unsigned char형
- int getc(FILE *stream); // 매크로
- int getchar(void); // 매크로
- int getw(FILE *stream); // 워드 단위로 읽기
- int fputc(int c, *stream);
- int putc(int c, *stream);
- int putchar(int c);
- int putw(int w, FILE *stream);
- 문자열 기반 입력 함수
  - char *gets(char *s); // 표준입력에서 문자열 읽기
  - char *fgets(char *s, int n, FILE *stream); // 파일(stream)에서 n 보다 하나 적은 문자열을 읽기 (한줄씩)
- 문자열 기반 출력 함수
  - char *puts(const char *s);
  - char *fputs(const char *s, FILE *stream);
- Buffer 기반 함수
  - size_t fread(void *ptr, size_t size, size_t nmemb, FILE *stream);
  - size_t fwrite(const void *ptr, size_t size, size_t nmemb, FILE *stream);
- 형식 기반 함수
  - int scanf(const char *restrict format, …);
  - int fscanf(FILE *restrict stream, const char *restrict format, …);
  - int printf(const char *restrict format, /* args */ …);
  - int fprintf(FILE *restrict stream, const char *restrict format, /*args */ ..)/
- int fseek(FILE *stream, long offset, int whence);
- long ftell(FILE *stream);
- void rewind(FILE *stream);
- int fsetpos(FILE *stream, const fpos_t *pos);
- int fgetpos(FILE *stream, fpos_t *pos);

실습

1. 저번 과제
2. 쉘 기능 구현 (과제)

labyrevnt

풀이

Shell 기능 구현

Simple Shell

- 주어진 Simple Shell 스켈레톤 코드에 다음 기능들을 구현할 것
- mv 구현
- ls 구현
  - ls
  - ls –l
  - ls –la
  - ls --help (help는 자신이 작성한 ls에 대한 설명)
  - 위 기능 모두 구현할 것, 정렬은 안해도 됨. 데이터만 제대로 출력 되게.
- sigint(ctrl+c) 처리
  - signal, sighandler로 처리
- sigtstp(ctrl+z) 와 sigcont(fg)로 process stop, foreground구현 (Challenge, 선택)
  - jobs, fg, bg, kill 검색해볼 것

Shell 기능 구현

github repository 설명

- repository name : SimpleShell
- public으로 할 것
- Makefile, lsh.c, lsh.h, main.c, README.md
    - 위 파일들이 repository에 포함되어 있어야 함.

! Caution

- 베끼지 마세요
- 본인의 실력향상에 굉장히 도움되는 과제이기에 꼭 스스로 해볼 것
- 친구들과 상의하는 것 O
- 코드 복붙 X

과제

- 메일 제목: [SimpleShell][디미고]본인이름
  - ex) [SimpleShell][디미고]유효곤
- 내용: 본인 repository url을 포함하여! (파일, 코드 제출 x)

제출기한: 10/29 수업시작 전까지

제출: ugonfor@gmail.com

reference

- CS230(KAIST) https://cp-git.kaist.ac.kr/cs230/cs230/-/tree/main/labs/lab5
- https://github.com/brenns10/lsh (Simple Shell Skeleton Code)
- Computer Systems: A Programmer's Perspective by Randall Bryant and David O'Halloran
- CYDF311(KoreaUniv, CYDF)
- CYDF211(KoreaUniv, CYDF)