KWANGWOON UNIVERSITY

2022년 1학기 **시스템프로그래밍실습** 6주차

Multiple-Processing

System Software Laboratory
College of Software and Convergence
Kwangwoon Univ.

1st Assignment's Descriptions

- **Assignment 1-1**
  - 표준입력(STDIN)으로부터 URL 입력
  - SHA-1 Algorithm을 사용하여 textual URL을 Hashed URL로 변환
  - Hashed URL을 이용하여 Directory와 File 생성

- **Assignment 1-2**
  - 시스템으로부터 현재 시간 구함
  - Log file을 생성
  - Log file에 입력 URL과 현재 시간 기록

- **Assignment 1-3**
  - Multiple Processing

Process

- **A program in execution**

- **Process identifiers**
  - Every process has a unique process ID (a nonnegative integer) ➔ i.e. PID

- **fork()를 이용한 child process 생성**
  - Parent process
    - fork()를 호출하여 자기 자신을 복제
  - Child process
    - fork()에 의하여 생성된 process

getpid & getppid system call

```
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

pid_t getpid(void);
pid_t getppid(void);
```

- **Get process identification**

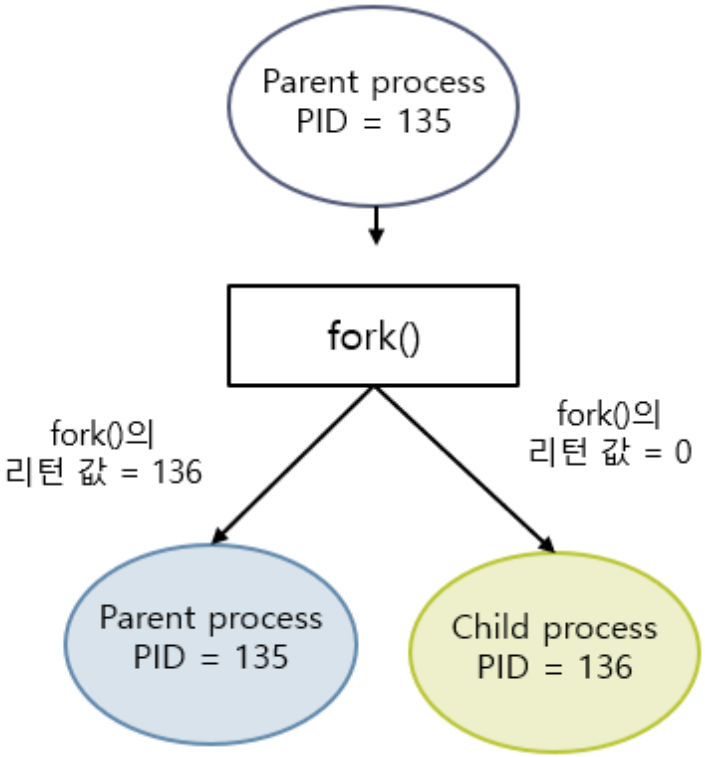
- **Returns**
  - getpid : returns the process ID (PID) of the calling process
  - getppid : returns the process ID of the parent of the calling process

fork system call (1/2)

```
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>

pid_t fork(void);
```

- **Introduction**
  - Create a child process
    - The only way in Unix to create a new process
  - Called once but returns twice
- **Returns**
  - Child process : 0
  - Parent process : process ID of the new child
  - Error : -1



fork system call (2/2)

- **Descriptions**
  - The child gets a copy of the parent's data and stack.
    - Data section : global variables, ...
    - Stack section : local variables, parameters, return values of a function, ...
  - The child and parent continue to execute with the instruction that follows the call to fork.
  - The parent and child can each execute different sections of code at the same time.

```
pid_t PID = fork();
if( PID == 0 ){
        child_work();
        /* Child 프로세스 실행 코드 */
}
else{
        parent_work();
        /* Parent 프로세스 실행 코드 */
}
```

Process Termination

- **SIGCHLD signal**
  - Child 프로세스의 상태가 변경되면 해당 signal이 parent 프로세스에게 전달됨
    (i.e. terminate, stop, or continue)
  - 기본 동작: 무시 (ignorance)

- **wait() and waitpid()**
  - Parent process는 wait() 또는 waitpid() 함수를 사용하여 child process의 종료 status를 catch

- **Zombie process**
  - Parent process가 child process를 기다리지 않고 종료되어 child process의 resource를 반납하지 못하는 경우

wait & waitpid system call (1/2)

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>

pid_t wait(int *statloc);
pid_t waitpid(pid_t pid, int *statloc, int options);
```

- **Wait for state change in a child**

- **Returns**
  - process ID if OK, or -1 an error

- **Parameters**
  - pid : process ID to wait, 임의의 자식 process를 기다릴 경우 -1
  - statloc : 종료한 프로세스의 상태를 저장하는 변수
  - options
    - WNOHANG : return immediately if no child has exited
    - WUNTRACED : also return if a child has stopped

wait & waitpid system call (2/2)

- **모든 child process가 실행 중일 경우**
  - 해당 지점에서 대기 (block)
  - waitpid() 에서 options에 WNOHANG을 명시한 경우
    - child process가 종료되지 않은 경우 waitpid() 즉시 return

- **Child process가 호출 시점에 이미 종료된 경우 (i.e. zombie process)**
  - child process의 종료 status를 즉시 return
  - child process가 사용한 resource를 모두 release

- **Child process가 없을 경우**
  - return error

실습 1 – fork()

```c
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>

int main()
{
        char buf[255];
        pid_t pid;
        int status;

        printf("%% ");
        while (fgets(buf, 255, stdin) != NULL) {
                buf[strlen(buf) - 1] = 0;
                if ( (pid = fork()) < 0 )
                        fprintf(stderr, "fork error");
                else if (pid == 0) {    /* child */
                        printf("%s\n", buf);
                        return 0;
                }
                /* parent */
                if ( (pid = waitpid(pid, &status, 0)) < 0 )
                        fprintf(stderr, "waitpid error\n");
                printf("%% ");
        }
        return 0;
}
```

```
sslab@ubuntu:~/sslab$ ./a.out
% a
a
% b
b
% c
c
% sslab@ubuntu:~/sslab$ <ctrl + D>
```

실습 2 – zombie process

```c
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
int main()
{
        pid_t pid;

        if ( (pid = fork()) < 0 )
                fprintf(stderr, "fork error");
        else if (pid == 0)          /* child */
                exit(0);

        sleep(4);

        system("ps");

        exit(0);
}
```

```
sslab@ubuntu:~/sslab$ ./a.out
   PID TTY          TIME CMD
  3123 pts/4    00:00:00 bash
  4059 pts/4    00:00:00 a.out
  4060 pts/4    00:00:00 a.out <defunct>
  4061 pts/4    00:00:00 sh
  4062 pts/4    00:00:00 ps
sslab@ubuntu:~/sslab$
```

KWANGWOON UNIVERSITY

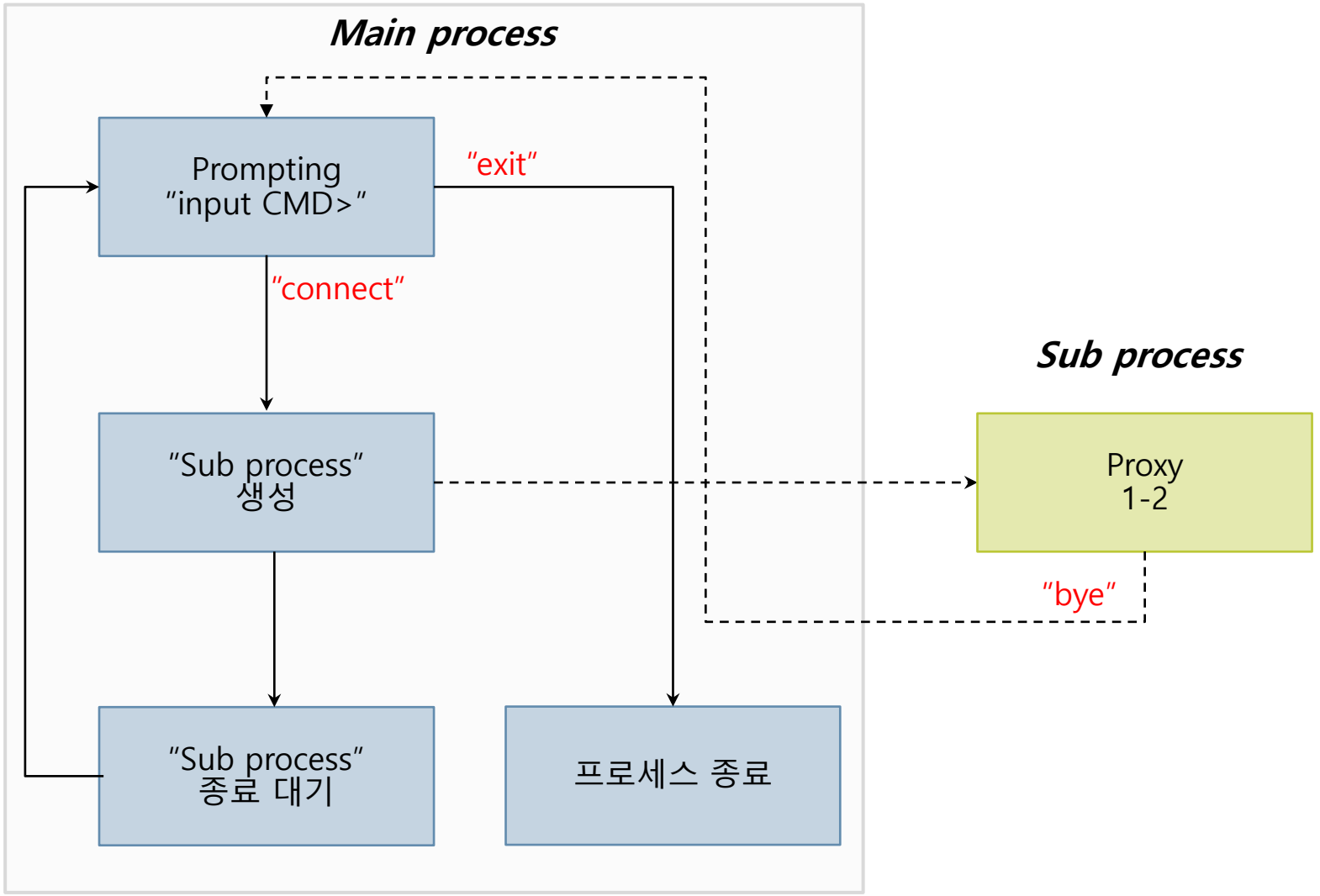
KWANGWOON UNIVERSITY

2022년 1학기 **시스템프로그래밍실습**

Proxy #1-3

System Software Laboratory
College of Software and Convergence
Kwangwoon Univ.

Proxy 1-3(1/4)


Main process
Prompting
"input CMD>"
"exit"
"connect"
"Sub process"
생성
"Sub process"
종료 대기
프로세스 종료
Sub process
Proxy
1-2
"bye"

Proxy 1-3(2/4)

- **Concurrent Server Implementation with fork()**
- **Main process**
  - 사용자 요청 처리를 위한 새로운 프로세스("Sub process")를 생성하고, 관리
  - 동작:
    - 터미널에 **[(pid)]input CMD>**를 출력하고, 사용자의 명령어 입력을 대기
      - [(pid)] ➔ getpid() 통해 얻은 값 사용
    - **connect 명령어 입력**
      - 새로운 프로세스를 생성하고, 해당 프로세스의 종료까지 대기
    - **quit 명령어 입력 시**
      - 프로세스 종료
      - 동작 시간, 생성한 child 프로세스 수 정보에 대한 log를 logfile에 아래와 같이 출력 해야 함
      - ****SERVER** [Terminated] run time: 20 sec. #sub process: 2**

```
sslab@ubuntu:~$ ./proxy_cache
[3933]input CMD> connect
[3934]input URL> bye
[3933]input CMD> quit
sslab@ubuntu:~$
```

Proxy 1-3(3/4)

- **Concurrent Server Implementation with fork()**
- **Sub process**
  - 사용자의 URL을 입력 받고, Proxy 1-2에서의 연산을 수행
  - 동작:
    - **터미널에 [(pid)]input URL>**를 출력하고, 사용자의 명령어 입력을 대기
    - [(pid)] ➔ getpid() 통해 얻은 값 사용
    - **bye 입력**
      - 해당 프로세스 종료
    - **URL 입력**
      - Proxy 1-2에서의 연산 수행
      - SHA-1 function (input_url to hashed_url)
      - Check: HIT or MISS
      - Manipulate cache directory
      - logging
    - **참고 사항**
      - 이전 "Sub process"가 생성한 cache file도 유지
      - Log file은 1개만 유지

```
sslab@ubuntu:~$ ./proxy_cache
[3933]input CMD> connect
[3934]input URL> www.kw.ac.kr
[3934]input URL> www.google.com
[3934]input URL> bye
[3933]input CMD> connect
[3935]input URL> bye
[3933]input CMD> quit
```

Proxy 1-3(4/4)

- **Example**

```
sslab@ubuntu:~$ ./proxy_cache
[3933]input CMD> connect
[3934]input URL> www.kw.ac.kr
[3934]input URL> www.google.com
[3934]input URL> bye
[3933]input CMD> connect
[3935]input URL> www.kw.ac.kr
[3935]input URL> www.naver.com
[3935]input URL> bye
[3933]input CMD> quit
sslab@ubuntu:~$ cat ~/logfile/logfile.txt
[Miss]www.kw.ac.kr-[2022/03/26, 23:25:22]
[Miss]www.google.com-[2022/03/26, 23:25:25]
[Terminated] run time: 11 sec. #request hit : 0, miss : 2
[Hit]e00/0f293fe62e97369e4b716bb3e78fababf8f90-[2022/03/26, 23:25:30]
[Hit]www.kw.ac.kr
[Miss]www.naver.com-[2022/03/26, 23:25:33]
[Terminated] run time: 7 sec. #request hit : 1, miss : 1
**SERVER** [Terminated] run time: 20 sec. #sub process: 2
sslab@ubuntu:~$
```