과제 #3 : xv6에서 시스템 호출 추가 및 스케쥴러 수정

○ 과제 목표

- xv6의 프로세스 관리와 스케쥴링 기법 이해
- xv6에서 시스템 호출 추가 및 기존 스케쥴러 변경

○ 기본 지식

- 시스템 호출 추가 방법 이해

✓ 기존 시스템 호출의 구현을 따라 새 시스템 호출을 추가하는 방법을 이해

- 특정 시스템 호출은 인자가 없고 정수값만 리턴
  - ☞ 예 : sysproc.c 내 구현된 uptime()
- 특정부 시스템 호출은 문자열 및 정수 등 여러 인수를 받아 간단한 정수 값을 리턴
  - ☞ 예 : sysfile.c 내 구현된 open()
- 특정 시스템 호출은 여러 정보를 사용자가 정의한 구조체로 사용자 프로그램에 리턴
  - ☞ 예. fstat()은 파일에 대한 정보를 struct stat를 넣고 이 구조체를 가져와서 ls 응용 프로그램에 의해 파일에 대한 정보를 표준 출력

- Cross Compile 방법 학습

✓ xv6에는 텍스트 편집기 또는 gcc 컴파일러가 없음. 따라서 자신의 리눅스 시스템에서 vi를 이용하여 프로그램 작성하고 컴파일하고 나온 실행파일을 xv6 상에서 수행

- xv6 커널 이해

✓ proc.c, proc.h, syscall.c, syscall.h, sysproc.c, user.h, usys.S 수정 필요

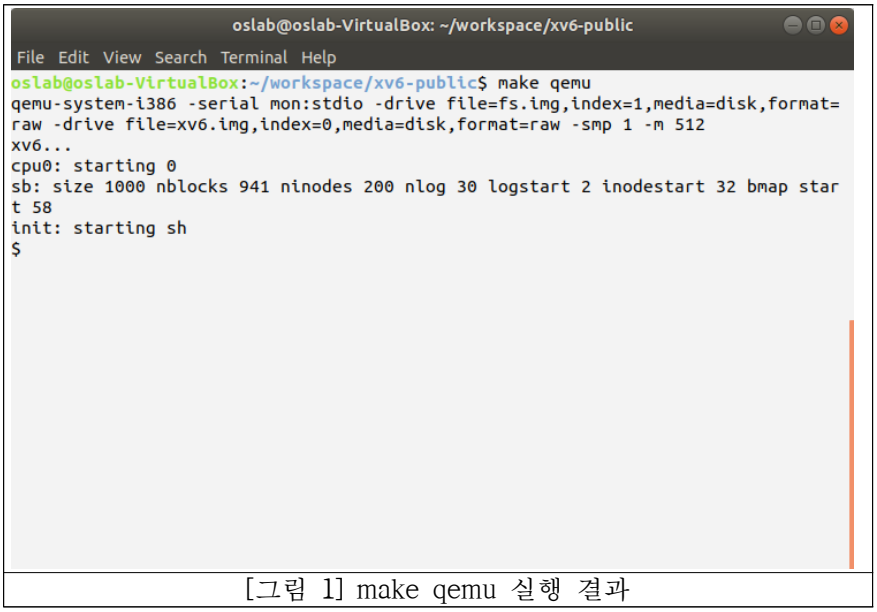
- user.h : xv6의 시스템 호출 정의
- usys.S : xv6의 시스템 호출 리스트
- syscall.h : 시스템 호출 번호 매핑. -> 새 시스템 호출을 위해 새로운 매핑 추가
- syscall.c : 시스템 호출 인수를 구문 분석하는 함수 및 실제 시스템 호출 구현에 대한 포인터
- sysproc.c : 프로세스 관련 시스템 호출 구현. -> 여기에 시스템 호출 코드를 추가
- proc.h는 struct proc 구조 정의 -> 프로세스에 대한 추가 정보를 추적을 위해 구조 변경
- proc.c : 프로세스 간의 스케줄링 및 컨텍스트 전환을 수행하는 함수

○ 과제 내용

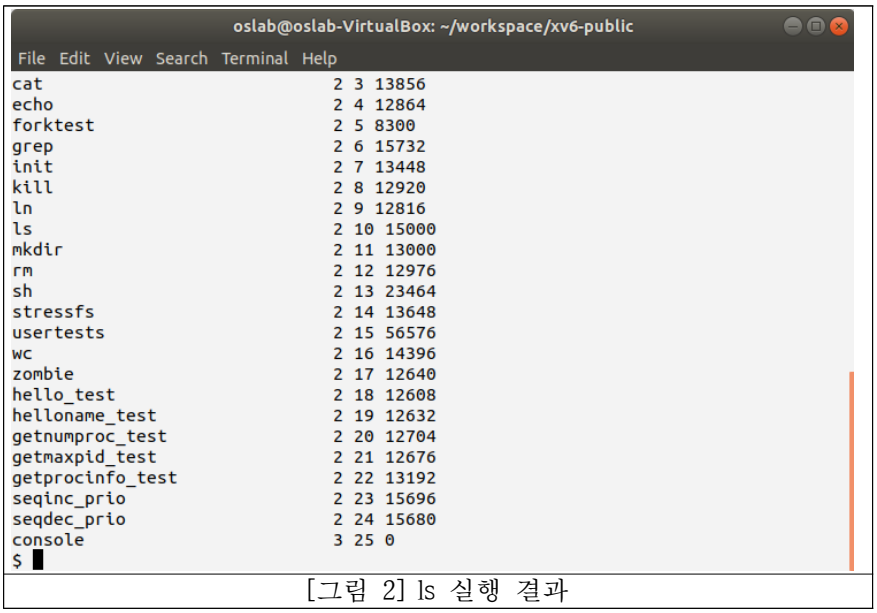
- 0. xv6 및 qeumu 다운로드 및 설치 (별도 보고서 쓰지 않아도 됨)

✓ 주어진 xv6(xv6-modifed.tgz)를 설치 후 실행 (ubuntu 18.04 사용 권장)

✓ 구글 클래스룸에서 다운로드 가능. (**주의, 다른 사이트 것 다운 받으면 절대 안됨. 이미 일부 내용을 수정한 상태이기 때문에 본 구글 클래스룸에서만 다운 받아 사용할 것**)



[그림 1] make qemu 실행 결과



[그림 2] ls 실행 결과

✓ qemu 설치

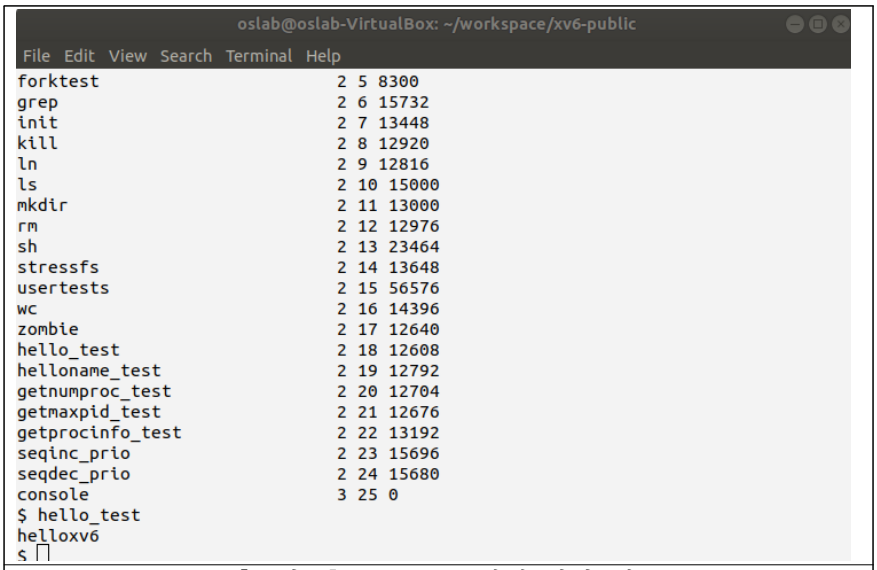
- $ make -> $ make qemu
- xv6 운영체제는 자신의 컴퓨터에서 x86 하드웨어를 에뮬레이트하는 QEMU라는 x86 에뮬레이터에서 실행됨 (에뮬레이터가 없이도 운용 가능하나, 수정을 위해서 에뮬레이터를 사용을 권장)
- 구글 클래스룸에서 다운로드 가능. (**주의, 아래 사이트 등에서 직접 받아도 됨**)
  - ☞ https://github.com/qemu/qemu
  - ☞ apt-get install qemu-kvm

- 1. 새로운 시스템 호출 추가 및 간단한 응용 프로그램 구현

✓ (1) hello() 시스템 호출 추가 및 이를 호출하는 주어진 간단한 응용 프로그램 실행 (테스트 1)

- helloxv6를 콘솔에 출력하는 hello() 시스템 호출 구현
- 커널 모드의 cprift() 사용

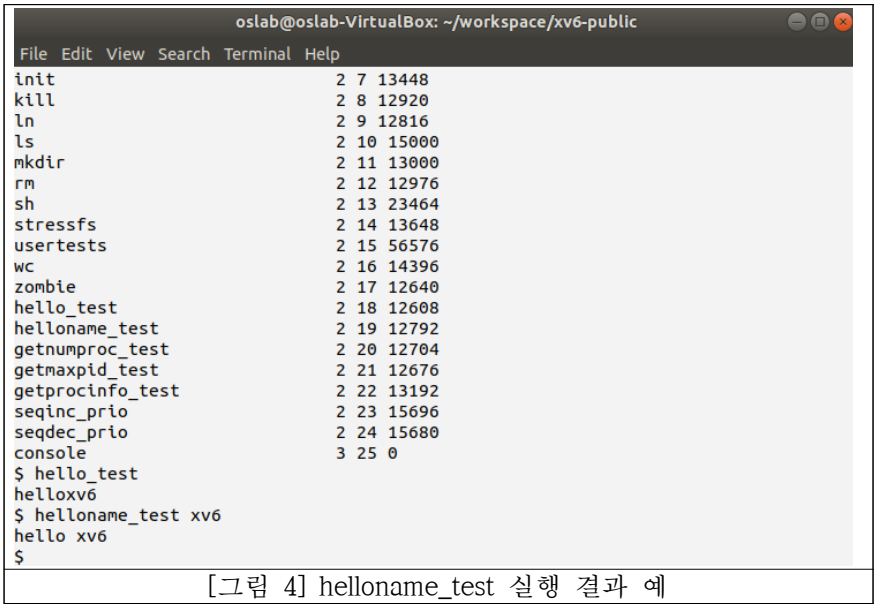
- 주어진 응용 프로그램(hello_test.c, xv6-modified.tgz 내 포함되어 있음)을 실행시키고 결과 화면 캡쳐



[그림 3] hello_test 실행 결과 예

✓ (2) hello_name() 시스템 호출 추가 및 이를 호출하는 간단한 응용 프로그램 구현 (테스트 2)

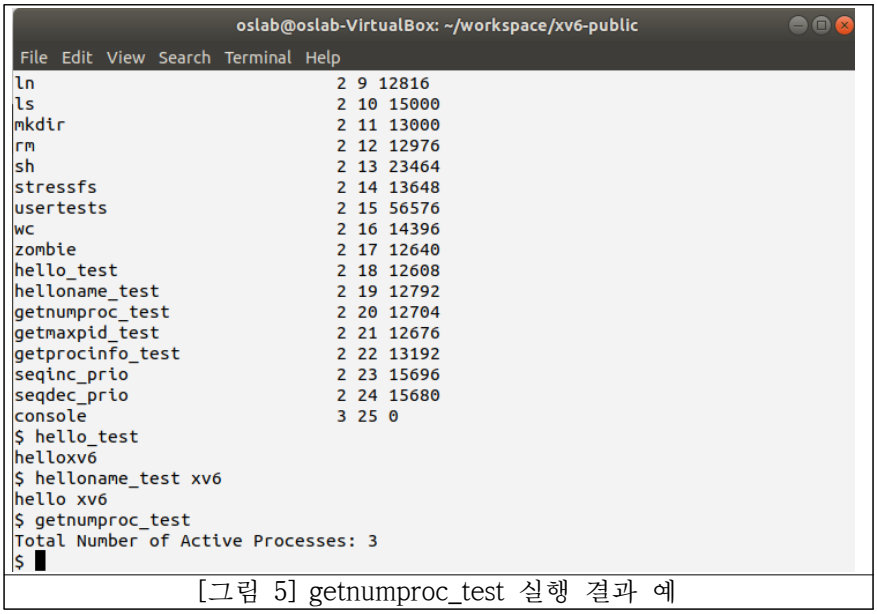
- 문자열 이름을 콘솔에 출력하는 hello_name(name)시스템 호출 구현
- 커널 모드의 cprift() 사용
- 간단한 응용 프로그램(helloname_test.c)을 위 (1)의 주어진 응용 프로그램과 비슷한 응용 프로그램 작성하고 이를 실행 시킨 결과 화면 캡쳐



[그림 4] helloname_test 실행 결과 예

✓ (3) get_num_proc() 시스템 호출 추가 및 이를 호출하는 간단한 응용 프로그램 구현 (테스트 3)

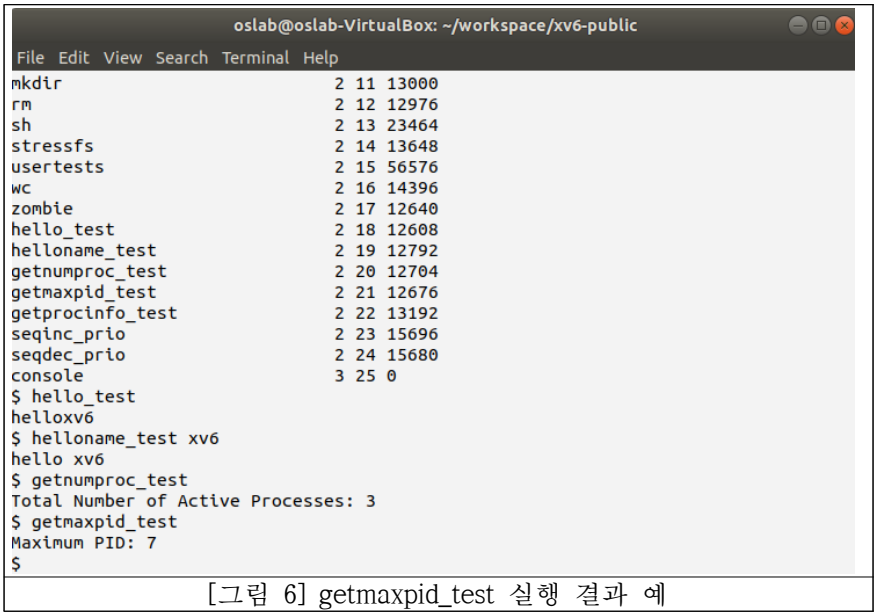
- 시스템에서 활성화되어 있는 프로세스 수 리턴(embryo상태, running상태, runnable상태, sleeping 상태, zombie 상태 등 모든 상태의 프로세스 포함)하는 get_num_proc() 시스템 호출 구현
- 간단한 응용 프로그램(getnumproc_test.c)을 위 (1)의 주어진 응용 프로그램과 비슷한 응용 프로그램 작성하고 이를 실행 시킨 결과 화면 캡쳐



[그림 5] getnumproc_test 실행 결과 예

✓ (4) get_max_pid() 시스템 호출 추가 및 이를 호출하는 간단한 응용 프로그램 구현 (테스트 4)

- 시스템에서 활성화되어 있는 모든 프로세스의 PID 중 최대 PID (즉, 프로세스 테이블에서 슬롯을 차지함)를 리턴하는 get_max_pid() 시스템 호출 구현
- 간단한 응용 프로그램(getmaxpid_test.c)을 위 (1)의 주어진 응용 프로그램과 비슷한 응용 프로그램 작성하고 이를 실행 시킨 결과 화면 캡쳐

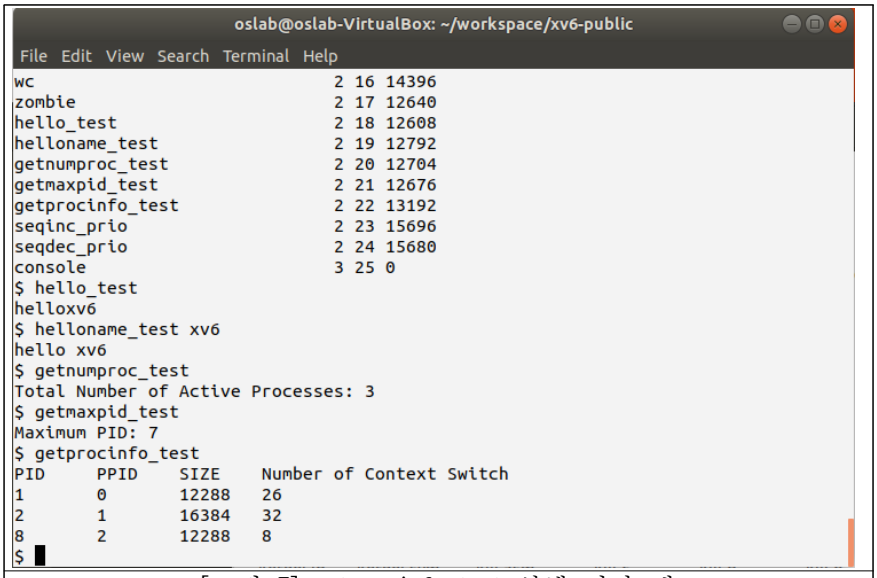


[그림 6] getmaxpid_test 실행 결과 예

✓ (5) get_proc_info(pid, *processInfo) 시스템 호출 추가 및 간단한 응용 프로그램 구현 (테스트 5)

- 정수 PID와 processInfo 구조체에 대한 포인터를 인자로 받아 사용자 모드와 커널 모드 간 정보를 전달하는 데 사용하는 get_proc_info(pid, & processInfo) 시스템 호출 추가 및 이를 호출하는 간단한 응용 프로그램 구현
- processInfo.h 참고, user.h와 proc.c에 processInfo.h 포함 등 수정
- processInfo 구조체의 맴버 변수 추가 및 출력 프로그램 작성
- 리턴되어야하는 프로세스에 대한 정보는 부모 PID 및 스케쥴러에 의해 문맥교환(context switch) 횟수와 프로세스 크기(byte 단위로)가 포함되어야 함

- 프로세스에 대한 정보는 중 일부는 프로세스의 struct proc에서 추출 가능. 그러나 기존에 없는 추가 정보를 추출하려면 새로운 맴버 변수(필드)를 추가해야 함
- 저장된 PID를 가진 프로세스가 없는 경우 에러로 -1을 리턴
- 간단한 응용 프로그램(getprocinfo_test.c)을 위 (1)의 주어진 응용 프로그램과 비슷한 응용 프로그램 작성하고 이를 실행 시킨 결과 화면 캡쳐



[그림 7] getprocinfo_test 실행 결과 예

- 2. 새로운 스케줄러를 위한 2개의 시스템 호출 추가

✓ 프로세스의 우선순위를 고려한 스케줄러 설계 및 기존 xv6 스케줄러를 수정

✓ 새로운 시스템 호출(아래 (1), (2))을 추가하여 프로세스 우선순위 설정(set) 및 가져오기(get)

✓ (1) set_prio() 및 (2) get_prio() 시스템 호출 추가 및 이를 호출하는 간단한 응용 프로그램 구현

- 프로세스가 set_prio(n) 시스템 호출하면 프로세스의 우선순위는 n으로 설정
- n은 양의 정수이며, 클수록 더 높은 우선 순위
- 프로세스 proc 구조체 내 우선순위를 설정하고 가져오는 기능 포함
- 성공 시 0을 리턴, 실패 시 음수 값을 리턴

- 프로세스 테이블 구조체인 ptable은 lock으로 보호함을 주의 : ptable를 읽기/쓰기를 위해 ptable에 접근하기 전에 lock을 획득해야 함. 읽기/쓰기를 완료하면 lock을 해제해야 함. 미묘한 버그를 피할 수 있게 lock을 잘 써야 함.

- 3. 우선순위 기반 RR 스케줄러 구현

✓ xv6의 현재 스케줄러는 기본 라운드-로빈(RR)스케줄러임

✓ 사용자가 정의한 프로세스 우선순위가 적용된 스케줄러를 구현하기 위해 기존 RR 스케줄러 수정

- 우선순위 기반 RR 스케줄러 구현하기 위해 우선순위를 사용하여 다음 번에 수행할 프로세스 선택

✓ (a) 우선순위가 높을수록 프로세스의 CPU 시간이 더 많아져서 우선순위가 높은 프로세스가 우선순위가 낮은 프로세스보다 빨리 완료

✓ (b) 우선순위가 낮은 프로세스가 너무 부족하지 않아야 하고, 우선순위가 더 높은 프로세스는 CPU time quantum을 약간 더 가져야 함

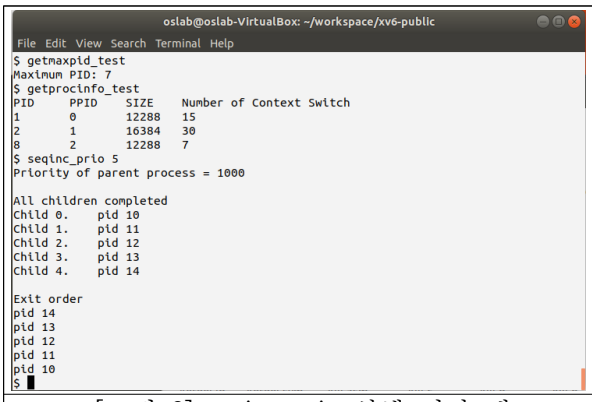
✓ 우선순위가 설정(변경)되기 전에 프로세스의 기본 우선순위는 정해야 함.

✓ 커널 데이터 구조체에 접근 시 lock 이용해야 함

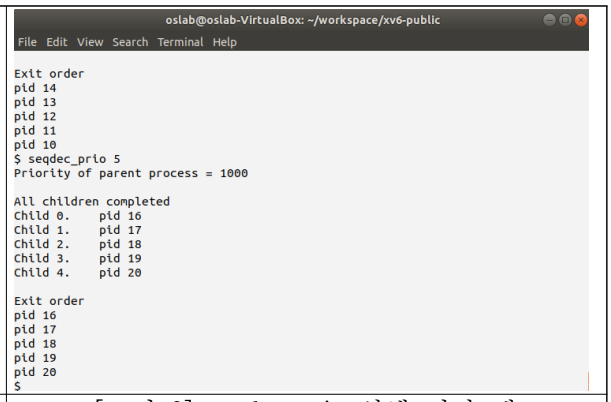
- 4. 새로운 스케쥴러를 테스트 및 검증

✓ 주어진 스케쥴링 테스트 프로그램(seqinc_prio.c 와 secdec_prio.c, xv6-modified.tgz 내 포함되어 있음) 컴파일하고 쉘에서 이를 실행하여 결과 출력. 이를 통해 구현한 3의 우선순위 스케쥴러의 기능 검증 (테스트 6, 테스트 7)

✓ 만약 주어진 스케쥴링 테스트 프로그램(seqinc_prio.c 와 secdec_prio.c)이 수정한 스케쥴러와 잘 맞지 않아 예상하지 못한 출력을 할 경우, 스스로 스케쥴링 테스트 프로그램을 별도로 만들고 검증 (이 경우 별도 소스코드 제출해야 함, 파일명은 자유로 지정)



[그림 8] seqinc_prio 실행 결과 예



[그림 9] seqdec_prio 실행 결과 예

○ 과제 제출 마감

- 2020년 10월 14일 (수) 23시 59분 59초까지 구글클래스룸(이전한 곳, https://classroom.google.com/c/MTU0NTQ2MTc0MzA2?cjc=qgprwwb)으로 제출
- 보고서 (hwp, doc, docx 등으로 작성 - 총 7개의 테스트 프로그램이 수행된 결과 캡쳐 등이 포함된) 와 주어진 소스코드에서 변경한 소스코드 (변경된 부분, 단 주어진 코드 이름과 같게), 주어진 소소코드, 테스트 프로그램 총 4개 (테스트 2, 3, 4, 5는 제출해야 함. 또한 별도로 학생이 구현한 테스트 프로그램 있으면 함께 제출. 단, 주어진 테스트 프로그램, 테스트 1, 6, 7은 제출 불필요.)
- 1일 지연 제출마다 30% 감점. 4일 지연 제출 시 0점 처리 (이하 모든 설계 과제 동일하게 적용)

○ 필수 구현(설치 및 설명 등)

- 1, 2, 3

✓ 3은 4의 테스트 프로그램에서 일부 오류가 나오는 것까지 실제 RR을 구현한 것을 의미

✓ 3의 오류가 발생하는 상황을 이미 확인하였으며, 학생들이 오류를 수정하지 못한 상태이면 4의 테스트 프로그램이 제대로 실행되지 않음. 이 경우 3은 완료한 것으로 하고 4는 완료하지 못한 것으로 처리 예정

○ 배점 기준

- 1-(1) : 2점 / 1-(2) : 3점 / 1-(3) : 5점 / 1-(4) : 5점 / 1-(5) : 5점
- 2 : 30점
- 3 : 40점
- 4: 10점