과제 1 _ Kboard v.01

2019년 1학기 운영체제 3분반

201716422 이명규

_ 서론

목차

1. Kboard_copy, Kboard_paste

1-1. 수행결과

1-2. 핵심 소스코드

1-3. 어려웠던 점 및 해결방안

2. 동기화 문제 해결

2-2. 동기화 문제 탐지

2-3. 동기화 문제 해결 및 수행결과

2-4. 어려웠던 점

과제 개요

kboard system을 구현해, 유저가 copy, paste 기능을 사용할 수 있도록 커널 소스코드와 유저 소스코드를 구현한다. 이 때, 공유 데이터로의 접근으로 인한 동기화 문제를 발견하고 해결한다.

1. Kboard Copy & Paste

1 –1. 수행결과

```
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ sudo dmesg -c
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ sudo dmesg -c
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ ./paste
Ringbuffer Empty
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ ./copy 111; ./copy 222;./copy 333
copy: 111
copy: 222
copy: 333
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ ./paste
paste:111
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ ./copy 1 ;./copy 2;./copy 3;./copy 4
copy: 1
copy: 2
copy: 3
Ringbuffer Full
copy: 4
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ sudo dmesg -c
[  179.979686] error : now RingBuffer empty
[  197.924668] error : now RingBuffer empty
[  222.358031] sys_kb_enqueue() 111 H:2 T:1
[  222.368572] sys_kb_enqueue() 222 H:3 T:1
[  222.370286] sys_kb_enqueue() 333 H:4 T:1
[  225.776043] sys_kb_dequeue 111 H:4 T:2
[  247.343366] sys_kb_enqueue() 1 H:0 T:2
[  247.345032] sys_kb_enqueue() 2 H:1 T:2
[  247.347009] sys_kb_enqueue() 3 H:2 T:2
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ sudo dmesg -c
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ sudo dmesg -c
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ ./paste ;./paste ;./paste ;./paste ;./paste
paste:222
paste:333
paste:1
paste:2
paste:3
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$ ./copy -1
invalid argument
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01$
```

그림 1. 복사/ 붙여넣기

복사 / 붙여넣기 테스트입니다. 과제 안내에 명시된 대로 테스트를 수행하였습니다.

디버그 메시지 초기화 > paste 1회 > copy 3회 > paste 1회 > copy 4회 > 디버그메시지 > paste 5회 > copy -1

그 결과, 버퍼가 가득 찬 경우와 빈 경우에 각각의 에러처리가 된 점을 확인할 수 있었습니다.

1-2. 주요 소스코드

```
    ring[ringHead]=item;
    ringHead=(ringHead+1)%MAX_CLIP;
    if(count<MAX_CLIP)count++;
```

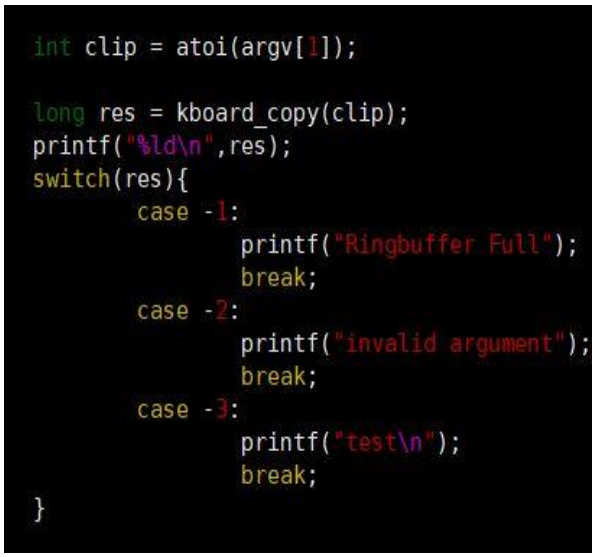
그림 2. 커널 주요 소스코드

Kboard Copy의 주요 소스코드입니다.

링버퍼 구현사항의 일부로서, 링버퍼 ring의 top에는 ringHead변수가 있으며, Copy 시에 아이템을

저장하고 해당 ringHead체크포인트를 증가시켜주는 역할을 합니다.

count 변수에서는 ring buffer에 저장된 아이템의 개수를 세어주며 이 값을 통해 ring buffer의 full, empty를 판단합니다.



```
int clip = atoi(argv[1]);

long res = kboard_copy(clip);
printf("%ld\n",res);
switch(res){
        case -1:
                printf("Ringbuffer Full");
                break;
        case -2:
                printf("invalid argument");
                break;
        case -3:
                printf("test\n");
                break;
}
```

유저영역 Copy의 주요 소스코드입니다.

처음으로 유저가 입력한 인자값을 int형으로 파싱해준 후, kboard_copy를 통해, syscall에 등록된 do_sys_kb_enqueue를 수행하며, 이 때 반환되는 return값으로 에러처리를 해줍니다.

그림 3. 유저 주요 소스코드

1-3. 어려웠던 점 및 해결방안

1) .작업폴더/kernel에서 Makefile 수정 후, 커널 컴파일 시, 작업폴더에서 Make 하지 않고, 작업폴더/kernel디렉터리에서 make 해서 오류 발생 >> 작업폴더 전환해서 해결!

2) syscall_table 수정 시, 입력포멧에 맞추지 않고 스페이스바 사용해서 시스템콜 등록되지 않음. (function not implemented 에러메시지) > tab으로 수정해서 해결!

3) ringbuffer 구현 시, 크기 5의 배열을 사용하면 경계문제때문에 4만큼밖에 사용하지 못하는 문제 > 변수추가로 해결

2. 동기화 문제 해결

2-2. 동기화 문제 탐지

동기화 문제를 탐지할 때, 아래 두 개 코드를 각각 쉘에서 수행해, kboard_copy와 kboard_paste의 race condition을 발생시켰습니다.

각각 while 루프로 copy, paste를 실행해 race condition을 발생시킵니다.

```
int main(){

        int clip=1;
        while(1){
                long res = kboard_copy(clip);

                if(res==0){
                        printf("copy %d\n",clip);
                        clip++;

                }
        }

}
```

그림 4. 동기화 탐지(copy)

```
int main(){
        int a;
        int *pst=&a;
        int cnt=1;
        long res=-1;
        while(1){
                res=kboard_paste(pst);
                if(res==0&&cnt!=*pst){
                        printf("Validation Fault! current %d mustbe %d\n",*pst,cnt);
                        return -1;
                }
                if(res==0)cnt++;

        }

        return 0;
}
```

그림 5.동기화 탐지(paste)

race condition을 발생시키는 방법으로,

copy에서는 1부터 차례대로 값을 넣어주고,

paste로 한 개씩 값을 꺼내, 그 값이 차례로 1씩 증가하는지 검증하였습니다.

그 결과 기대한 값과 실제 paste한 값이 어긋나는 부분이 항상 존재했습니다.

```
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01/syncTest$ ./syncPaste2
validation fault! current=12202, mustbe=12197
```

그림 6. 동기화 문제 탐지

2-3. 동기화 문제 해결 및 수행결과

```
long do_sys_kb_dequeue(int *user_buf){
        long res;
        if(initLockCheck==0){
                spin_lock_init(&lock);
                initLockCheck=1;
        }
        spin_lock(&lock);
        res=sys_kb_dequeue(user_buf);
        spin_unlock(&lock);
        return res;
}
```

그림 7. 동기화문제 해결 주요 소스코드

동기화문제를 해결함에 있어, 과제안내에서 제공한 linux/spinlock.h 헤더를 사용했습니다.

이 때, 위 사진처럼 spinlock을 초기화 해주어야 하는데, 1회만 수행되어야 하므로, initLockCheck 변수를 사용해서 lockCheck가 되었는지 확인해주었습니다.

그 후, Critical Section을 sys_kb_dequeue 함수 전체로 지정해, 위, 아래에 spin lock, unlock을 걸어주어, 임계구역을 수정할 때는, 한 프로세스만 접근할 수 있도록 하였습니다.

```
copy 1434781
copy 1434782
copy 1434783
copy 1434784
copy 1434785
copy 1434786
```

```
ubuntu@os201716422:~/osAsgn01/a01/sync$ time ./paste
^C

real    0m22.906s
user    0m9.533s
sys     0m13.373s
```

그림 8. 동기화 문제 해결

위 그림처럼, 오랜 시간동안, copy와 paste가 동시에 수행되어도 validation fault 없이 오랫동안 수행됨을 확인할 수 있었습니다.

2-4. 어려웠던 점

1) race condition을 탐지하는 방법에 대해, 어떤 방법을 사용할 지 고민이 많았으나, 가장 간단하게 쉘을 나누어 프로세스를 분할하는 방법을 택했습니다.

2) 동기화 문제를 해결할 때, init_lock을 수행하는 위치에 대해 고민이 있었습니다.