

시스템 프로그래밍 linklab 보고서

2018-17329 최성혁

1. 실행결과

Part 1.

```
cs@cs-HP-EliteBook-855-G7-Notebook-PC:~/snu_system_programming/linklab/part1$ make run test1
cc -I. -I ../utils -o libmemtrace.so -shared -fPIC memtrace.c ../utils/memlog.c ../utils/memlist.c -ldl
[0001] Memory tracer started.
[0002]      malloc( 1024 ) = 0x55ad867992d0
[0003]      malloc( 32 ) = 0x55ad867996e0
[0004]      malloc( 1 ) = 0x55ad86799710
[0005]      free( 0x55ad86799710 )
[0006]      free( 0x55ad867996e0 )
[0007]
[0008] Statistics
[0009]   allocated_total      1057
[0010]   allocated_avg        352
[0011]   freed_total          0
[0012]
[0013] Memory tracer stopped.

cs@cs-HP-EliteBook-855-G7-Notebook-PC:~/snu_system_programming/linklab/part1$ make run test2
cc -I. -I ../utils -o libmemtrace.so -shared -fPIC memtrace.c ../utils/memlog.c ../utils/memlist.c -ldl
[0001] Memory tracer started.
[0002]      malloc( 1024 ) = 0x55c123cc72d0
[0003]      free( 0x55c123cc72d0 )
[0004]
[0005] Statistics
[0006]   allocated_total      1024
[0007]   allocated_avg        1024
[0008]   freed_total          0
[0009]
[0010] Memory tracer stopped.

cs@cs-HP-EliteBook-855-G7-Notebook-PC:~/snu_system_programming/linklab/part1$ make run test3
cc -I. -I ../utils -o libmemtrace.so -shared -fPIC memtrace.c ../utils/memlog.c ../utils/memlist.c -ldl
[0001] Memory tracer started.
[0002]      calloc( 1 , 30369 ) = 0x561ff57212d0
[0003]      calloc( 1 , 62413 ) = 0x561ff5728980
[0004]      calloc( 1 , 36410 ) = 0x561ff5737d60
[0005]      calloc( 1 , 60504 ) = 0x561ff5740bb0
[0006]      malloc( 12134 ) = 0x561ff574f810
[0007]      malloc( 60460 ) = 0x561ff5752780
[0008]      calloc( 1 , 36736 ) = 0x561ff57613c0
[0009]      malloc( 11945 ) = 0x561ff576a350
[0010]      calloc( 1 , 25064 ) = 0x561ff576d210
[0011]      malloc( 20002 ) = 0x561ff5773400
[0012]      free( 0x561ff5773400 )
[0013]      free( 0x561ff576d210 )
[0014]      free( 0x561ff576a350 )
[0015]      free( 0x561ff57613c0 )
[0016]      free( 0x561ff5752780 )
[0017]      free( 0x561ff574f810 )
[0018]      free( 0x561ff5740bb0 )
[0019]      free( 0x561ff5737d60 )
[0020]      free( 0x561ff5728980 )
[0021]      free( 0x561ff57212d0 )
[0022]
[0023] Statistics
[0024]   allocated_total      356037
[0025]   allocated_avg        35603
[0026]   freed_total          0
[0027]
[0028] Memory tracer stopped.
```

Part 2.

```
csh@csh-HP-EliteBook-855-G7-Notebook-PC:~/snu_system_programming/linklab/part2$ make run test1
cc -I. -I ../utils -o libmemtrace.so -shared -fPIC memtrace.c ../utils/memlog.c ../utils/memlist.c -ldl
[0001] Memory tracer started.
[0002]      malloc( 1024 ) = 0x55a8b1d752d0
[0003]      malloc( 32 ) = 0x55a8b1d75710
[0004]      malloc( 1 ) = 0x55a8b1d75770
[0005]      free( 0x55a8b1d75770 )
[0006]      free( 0x55a8b1d75710 )
[0007]
[0008] Statistics
[0009]   allocated_total      1057
[0010]   allocated_avg        352
[0011]   freed_total          33
[0012]
[0013] Non-deallocated memory blocks
[0014]   block      size      ref cnt
[0015]   0x55a8b1d752d0    1024        1
[0016]
[0017] Memory tracer stopped.

csh@csh-HP-EliteBook-855-G7-Notebook-PC:~/snu_system_programming/linklab/part2$ make run test2
cc -I. -I ../utils -o libmemtrace.so -shared -fPIC memtrace.c ../utils/memlog.c ../utils/memlist.c -ldl
[0001] Memory tracer started.
[0002]      malloc( 1024 ) = 0x56053cc4f2d0
[0003]      free( 0x56053cc4f2d0 )
[0004]
[0005] Statistics
[0006]   allocated_total      1024
[0007]   allocated_avg        1024
[0008]   freed_total          1024
[0009]
[0010] Memory tracer stopped.

csh@csh-HP-EliteBook-855-G7-Notebook-PC:~/snu_system_programming/linklab/part2$ make run test3
cc -I. -I ../utils -o libmemtrace.so -shared -fPIC memtrace.c ../utils/memlog.c ../utils/memlist.c -ldl
[0001] Memory tracer started.
[0002]      calloc( 1 , 40970 ) = 0x55bdc058d2d0
[0003]      malloc( 29607 ) = 0x55bdc0597320
[0004]      malloc( 60925 ) = 0x55bdc059e700
[0005]      malloc( 43314 ) = 0x55bdc05ad540
[0006]      malloc( 61910 ) = 0x55bdc05b7eb0
[0007]      malloc( 30519 ) = 0x55bdc05c70c0
[0008]      malloc( 8118 ) = 0x55bdc05ce830
[0009]      malloc( 16716 ) = 0x55bdc05d0820
[0010]      calloc( 1 , 17941 ) = 0x55bdc05d49b0
[0011]      malloc( 18604 ) = 0x55bdc05d9000
[0012]      free( 0x55bdc05d9000 )
[0013]      free( 0x55bdc05d49b0 )
[0014]      free( 0x55bdc05d0820 )
[0015]      free( 0x55bdc05ce830 )
[0016]      free( 0x55bdc05c70c0 )
[0017]      free( 0x55bdc05b7eb0 )
[0018]      free( 0x55bdc05ad540 )
[0019]      free( 0x55bdc059e700 )
[0020]      free( 0x55bdc0597320 )
[0021]      free( 0x55bdc058d2d0 )
[0022]
[0023] Statistics
[0024]   allocated_total      328624
[0025]   allocated_avg        32862
[0026]   freed_total          328624
[0027]
[0028] Memory tracer stopped.
```

Part 3.

```
csh@csh-HP-EliteBook-855-G7-Notebook-PC:~/snu_system_programming/linklab/part3$ make run test4
cc -I. -I ../utils -o libmemtrace.so -shared -fPIC memtrace.c ../utils/memlog.c ../utils/memlist.c -ldl
[0001] Memory tracer started.
[0002]      malloc( 1024 ) = 0x5620864562d0
[0003]      free( 0x5620864562d0 )
[0004]      free( 0x5620864562d0 )
[0005]      *** DOUBLE_FREE *** (ignoring)
[0006]      free( 0x1706e90 )
[0007]      *** ILLEGAL_FREE *** (ignoring)
[0008]
[0009] Statistics
[0010]   allocated_total      1024
[0011]   allocated_avg        1024
[0012]   freed_total          1024
[0013]
[0014] Memory tracer stopped.

csh@csh-HP-EliteBook-855-G7-Notebook-PC:~/snu_system_programming/linklab/part3$ make run test5
cc -I. -I ../utils -o libmemtrace.so -shared -fPIC memtrace.c ../utils/memlog.c ../utils/memlist.c -ldl
[0001] Memory tracer started.
[0002]      malloc( 10 ) = 0x55bfba4712d0
[0003]      realloc( 0x55bfba4712d0 , 100 ) = 0x55bfba471320
[0004]      realloc( 0x55bfba471320 , 1000 ) = 0x55bfba4713c0
[0005]      realloc( 0x55bfba4713c0 , 10000 ) = 0x55bfba4717e0
[0006]      realloc( 0x55bfba4717e0 , 100000 ) = 0x55bfba473f30
[0007]      free( 0x55bfba473f30 )
[0008]
[0009] Statistics
[0010]   allocated_total      111110
[0011]   allocated_avg        22222
[0012]   freed_total          111110
[0013]
[0014] Memory tracer stopped.
```

2. 어떻게 구현했는지

Part 1.

malloc, free, calloc, realloc 함수를 dlsym 함수를 활용하여 run-time interpositioning 하여 구현하였다. Interpositioning된 함수가 호출될 때마다 각각 n_malloc, n_calloc, n_realloc의 값을 1씩 증가시켜 총 몇 번 malloc, calloc, realloc이 호출되었는지 기록하였다. 또 n_allocb 역시 할당된 메모리 크기에 맞게 업데이트해주었다. 이후 fini 함수에 LOG_STATISTICS 매크로를 사용해 최종 로그를 출력하였다.

Part 2.

free 함수의 경우 n_freeb 변수에 해제된 메모리의 크기를 더해주었다. 그리고 print_non_dealloc_blocks 라는 helper function을 정의하고 fini 함수에서 호출하였다. 이 함수는 list를 순회하며 reference count가 0을 초과하는 item 구조체에 대해 LOG_BLOCK 매크로를 적용하여 정보를 출력한다.

Part 3.

전반적인 구현은 Part 2와 같지만 free의 경우 memlist.c/h에 제공된 dealloc 함수를 사용하지 않고 find 함수를 써서 만약 NULL이 반환되면 illegal free로 판단하고, item을 가리키는 포인터가 반환된다면, 해당 item의 cnt가 1보다 작은지 확인하여 double free여부를 판단하는 식으로 구현하였다. 만약 해당 item이 list에 존재하고 reference cnt가 1이라면 정상적인 free 함수 호출이므로 수행해준다.

3. 어려웠던 점

스펙을 제대로 이해하지 못한 채 realloc을 구현하여 잘못된 코드를 작성했다. 구체적으로, n_freeb에 realloc 과정에서 해제된 블록의 사이즈를 더해줘야 하는데 그 부분을 고려하지 못하고 realloc 함수의 parameter로 들어온 size 값을 더해주는 실수를 해 디버깅을 해야 했다.

4. 새롭게 배운 점

Runtime library interpolation을 어떻게 하는지 직접 실습하며 잘 배울 수 있었다. 또 스켈레톤을 읽고 해석하며 다른 사람이 쓴 코드를 읽는 것에 좀 더 익숙해졌다. GCC에서 제공하는 __attribute__((constructor)), __attribute__((destructor)) 옵션에 대해서도 알게 되었다.