

System Programming Project 2

담당 교수 : 김영재

이름 : 조명재

학번 : 20192138

1. 개발 목표

- 해당 프로젝트에서 구현할 내용을 간략히 서술.
- (주식 서버를 만드는 전체적인 개요에 대해서 작성하면 됨.)

이벤트 기반 서버와 스레드 기반 서버를 구현해야 한다.

이벤트 기반 서버는 하나의 프로세스, 스레드 환경에서 클라이언트의 요청들을 처리해야 하며 스레드 기반 서버는 클라이언트의 요청을 처리할 수 있는 function 을 만들어서 해당 function 을 concurrent 하게 처리할 수 있도록 스레드를 생성한다.

그리고 stock.txt 에 존재하는 랜덤한 id로 구성되어 있는 stock 정보들을 바이너리 트리 형태로 저장함으로써 특정 id 에 해당하는 stock 정보를 빠르게 탐색하거나 업데이트가 가능도록 할 수 있다.

서버에서 클라이언트의 요청을 처리해야 하는 건 총 4가지로 buy, sell, show, 그리고 exit 이다.

이러한 operation을 서버단에서 처리하기 위해 stock 정보를 저장한 tree를 traversal 하여 적절하게 처리할 수 있도록 해야 한다.

또한 서버는 모든 클라이언트의 요청을 다 처리한 경우 즉, 모든 클라이언트가 종료 되서 서버가 idle 해지는 경우에 stock.txt 파일에다가 stock 정보들을 write 하도록 해야 한다.

2. 개발 범위 및 내용

A. 개발 범위

- 아래 항목을 구현했을 때의 결과를 간략히 서술

1. Task 1: Event-driven Approach

구현 후 서버를 실행시키고 여러 개의 client가 명령어를 요청한 결과 정상적으로 서버가 요청을 처리하여 클라이언트 측에게 결과를 보내주는 것을 확인할 수 있다.

2. Task 2: Thread-based Approach

스레드 기반 또한 이벤트 기반과 같이 서버 실행 및 여러 개의 client가 명령어를 요청 시 정상적으로 서버가 요청을 처리하면서 클라이언트 측에게 결과를 보내주는 것을 확인할 수 있다.

3. Task 3: Performance Evaluation

스레드 기반 서버가 이벤트 기반 서버에 비해서 performance 가 좋은 것을 확인할 수 있었고 특히 client 의 개수를 늘릴 수록 스레드 기반과 이벤트 기반의 동시 처리율의 갭이 높아지는 것을 볼 수 있었다.

B. 개발 내용

- 아래 항목의 내용만 서술
- (기타 내용은 서술하지 않아도 됨. 코드 복사 붙여 넣기 금지)
- **Task1 (Event-driven Approach with select())**

- ✓ Multi-client 요청에 따른 I/O Multiplexing 설명

I/O Multiplexing이란 서버측에서 단 하나의 프로세스, 하나의 스레드로 logical flow를 단일로 처리하기 위한 기법이다.

- ✓ epoll과의 차이점 서술

epoll 설명에 앞서 수업시간에 배운 select 매커니즘에 대해 설명하자면, 클라이언트와 연결된 connection fd, 클라이언트의 connection request를 받아들일 수 있는 listen fd를 보관하기 위한 배열 read_set 이 존재한다.

select를 호출하기 전에 ready_set 에 read_set 의 상태를 담아두고 select 함수가 호출되면 ready_set 에 어떠한 fd가 marking 되었는지에 따라서 request를 처리하는 방식이기 때문에 fd의 개수가 많아질수록 어떠한 fd가 marking 되었는지 확인해야 하므로 for-loop으로 인한 overhead 가 증가하는 단점이 있다.

그러나 epoll 방식은 select 에서 어떠한 fd가 반응했는지에 대해서 for-loop으로 인한 overhead를 낮추기 위한 매커니즘으로 kernel 레벨의 multiplexing 을 지원한다.

즉, fd에 대한 for-loop overhead 가 없으며 커널에게 정보를 요청하는 function을 호출하여 이를 운영체제에서 처리하고 해당하는 fd를 리턴해주는 방식이다.

그러나 epoll의 단점은 kernel 측에서 지속적 I/O state를 점검해야 하는 issue 가 존재한다.

- Task2 (Thread-based Approach with pthread)

- ✓ Master Thread의 Connection 관리

Master Thread는 클라이언트와 connection 하여 얻은 fd를 저장하기 위한 buffer 가 필요하다.

즉, 공유 변수로 sbuf_t 타입의 sbuf 를 선언하여 fd를 삽입하고 해당 connection 을 관리한다.

- ✓ Worker Thread Pool 관리하는 부분에 대해 서술

Worker thread pool은 Worker thread들이 클라이언트의 요청을 처리하다가 operation 이 끝나게 될 경우 즉, EOF를 받게 될 경우에 thread는 Pthread_detach 함수를 통해 커널측에서 해당 스레드를 reaping 하는 방식으로 관리된다.

즉, Master thread 에서 worker thread를 기다리지 않고 알아서 work 하도록 하며 실행되다가 끝난 worker thread는 커널측에서 reaping 을 하기 때문에 memory leakage 가 발생하지 않게 된다.

- Task3 (Performance Evaluation)

- ✓ 얻고자 하는 metric 정의, 그렇게 정한 이유, 측정 방법 서술

스레드 기반과 이벤트 기반의 client 개수에 대응하는 동시 처리율 값을 다음과 같이 정의하였다.

Client 개수를 N이라고 정의하고 multiclient.c 코드에서 총 100번의 iteration 을 돌게 함으로써 얻은 second 를 S라고 정의할 때, 동시 처리율 값을 V라고 한다면 다음과 같은 비례식을 통해 동시 처리율 값을 설정하였다.

$$\frac{S}{100} : N = 1 : V, V = \frac{100N}{S}$$

위와 같이 $v = \frac{100N}{s}$ 으로 정한 이유는 동시 처리율은 시간당 client 처리 요청 개수라고 정의되었기 때문에 총 100번의 iteration 으로 테스트를 하였으므로 위와 같이 정의하였다.

우선 multiclient.c 코드에서 ORDER_PER_CLIENT 을 100으로 define 하였다.

측정 방법은 iteration 을 100번을 돌면서 sleep 함수를 호출하는 부분을 제거하였으며 모든 client가 buy 만 하는 경우, sell 만 하는 경우, show 만 하는 경우, 그리고 랜덤하게 모든 operation 을 수행할 수 있도록 하며 클라이언트의 개수를 10개부터 100개씩 증가 시켜가며 최대 100개까지 수행하여 얻은 second 를 가지고 테스트함으로써 최대한 동시 처리율의 값을 정확하게 찾기 위해서 10 번씩 측정을 시도하여 가장 낮게 나타난 second 을 기준으로 하였다.

추가로 100개가 넘어갈 경우 100개 단위로 클라이언트의 개수를 최대 500개까지 테스트 하여 성능이 어떤지 확인하였다.

✓ Configuration 변화에 따른 예상 결과 서술

buy 및 sell 만 할 경우에 특정 id에 해당하는 stock 만을 update 하기 때문에 두 operation 의 performance 는 거의 동일할 것이라고 예상하였다.

또한 show 같은 경우는 모든 id에 해당하는 stock 을 read 하기 때문에 buy, sell 와는 다르게 좀 더 시간이 오래 걸려서 동시 처리율이 buy, sell 에 비해 낮을 것이라고 예상 하였다.

개발 방법

- B.의 개발 내용을 구현하기 위해 어느 소스코드에 어떤 요소를 추가 또는 수정할 것인지 설명. (함수, 구조체 등의 구현이나 수정을 서술)

- Event-driven Approach with select()

이벤트 기반의 경우 pool struct에다가 클라이언트가 얼마나 connection 되어있는지를 확인할 수 있는 변수를 추가하였다.

그리고 stock 정보를 담을 수 있도록 구조체 Item 을 선언하였으며 전역변수로 Item 타입의 변수를 선언하여 stock 정보를 이진 트리 형태로 정보를 가져올 수 있다.

서버가 실행되다가 ctrl+c 키를 누르게 될 경우에 SIGINT 시그널을 핸들링 할 수 있는 함수 sigint_handler 를 추가하였고 stock.txt 에 stock 정보를 write 하지 않았을 경우에 write 하고 동시에 free가 가능하도록 구현하였다.

main 함수에서 listenfd가 response 할 경우에 stock 정보를 이진 트리 형태로 생성하지 않았을 경우에 stock.txt를 read하여 정보를 저장할 수 있도록 하였다.

Client 측에서 show, buy, sell, exit 등의 요청을 할 때 show_item, buy_item, sell_item 등을 구현하였고 inorder-traversal 를 통해 stock 정보를 update 가 가능하도록 하였다.

그리고 check_clients 함수에서 show, buy, sell, exit 에 대한 request 를 처리하기 위해 string compare를 통해 해당 operation 을 처리할 수 있게 구분하였고 그에 맞는 operation 을 실행하도록 하였으며 exit 을 하게 될 경우에 close_client 를 호출하도록 하여 현재 pool의 정보를 update 하면서 동시에 client 수가 0이 될 경우에 더 이상 stock 정보가 필요없게 된 경우이므로 stock.txt 에 현재까지 update된 stock 정보들을 write 한 후에 이진 트리를 전부 free 시켜서 memory leak을 방지하도록 하였다.

- Thread-based Approach with pthread

스레드 기반에서는 특별하게 sbuf_t 타입의 전역 변수 sbuf 을 선언하여 connection fd를 관리할 수 있는 buffer 역할을 하도록 하였다.

이벤트 기반과 코드는 거의 동일하나 전역변수로 선언된 Item 타입의 items, sbuf_t 타입의 sbuf, 현재 스레드의 개수를 파악할 수 있는 thread_cnt, 그리고 sem_t 타입의 mutex 의 값이 변경되는 경우에 mutual exclusion 를 보장하기 위해 P, V operation 을 적절히 사용하여 synchronization 을 처리하였다.

우선 sigint_handler 함수에서는 ctrl+c 를 누른 경우이므로 sbuf_deinit 함수를 통해 sbuf 를 적절히 free 시켰다.

main 함수에서는 Getnameinfo 함수 및 sbuf_insert 함수를 호출하는 과정에서 P, V operation 을 통해 동기화 처리를 해주었다.

Worker thread가 실행하게 되면 thread 함수를 실행하게 되는데 자동으로 kernel 측이 reaping 하도록 pthread_detach 함수를 호출하였고 sbuf 에서 저장되어있는

connection fd 를 꺼내는 과정에서 worker thread 간의 conflict 가 일어날 수 있기 때문에 P, V operation 을 통해 적절하게 동기화 처리를 하였다.

그리고 show, buy, sell operation 을 처리할 때 reader-writer 문제를 해결해야 한다.

show_item 함수에서 특정 id 에 해당하는 stock 정보를 read 하려고 할 때 해당 id 에 대응하는 mutex value 를 1을 감소시킨다.

만약 해당 id에 대응한 mutex 값이 0이었다면 buy, sell operation 을 다른 thread_worker 가 처리하는 경우이므로 자연스럽게 read 하려고 하는 thread는 locking 되면서 동시에 해당 operation 이 끝날때까지 기다리고 끝날 경우 unlocking 이 되고 자연스럽게 해당 id의 stock을 read를 하는 동안에 buy, sell 을 하지 못하게 되며 read 가 끝나게 되면 다시 buy, sell 을 할 수 있도록 P, V operation 을 적절하게 호출하였다.

3. 구현 결과

- 2번의 구현 결과를 간략하게 작성

2번 구현 결과 클라이언트의 개수가 많아질수록 오직 show 작업을 수행한다고 할 때 스레드 기반이 이벤트 기반보다 느린 것을 확인하였다.

그리고 buy, sell 작업은 확실하게 스레드 기반이 이벤트 기반보다 빠른 것을 확인할 수 있었고 random 작업은 show 가 나타난 개수에 의존하여 스레드 기반이 이벤트 기반보다 약간 느린 것을 확인하였다.

- 미처 구현하지 못한 부분에 대해선 디자인에 대한 내용도 추가

구현하지 못한 부분이라기 보단 테스트 하면서 약간의 issue 가 존재하였다.

이벤트 기반에서는 문제가 없었지만, 스레드 기반에서 buy, sell 작업을 처리할 때 segmentation fault 가 가끔씩 뜨는 문제가 발생하였다.

따라서 buy, sell 작업에서 segmentation fault 가 뜨는 issue를 해결하기 위해 여러 가지 테스트를 해본 결과 strtok 함수를 이용하여 id, stock 값을 가져오는 과정에서 segmentation fault 가 뜨는 것을 확인할 수 있었고 이를 해결하기 위해 인덱스와 공백 문자를 확인함으로써 단순히 atoi 함수를 이용하여 id와 stock 값을 가져오도록 수정하였고 에러 없이 정상적으로 실행되는 것을 확인할 수 있었다.

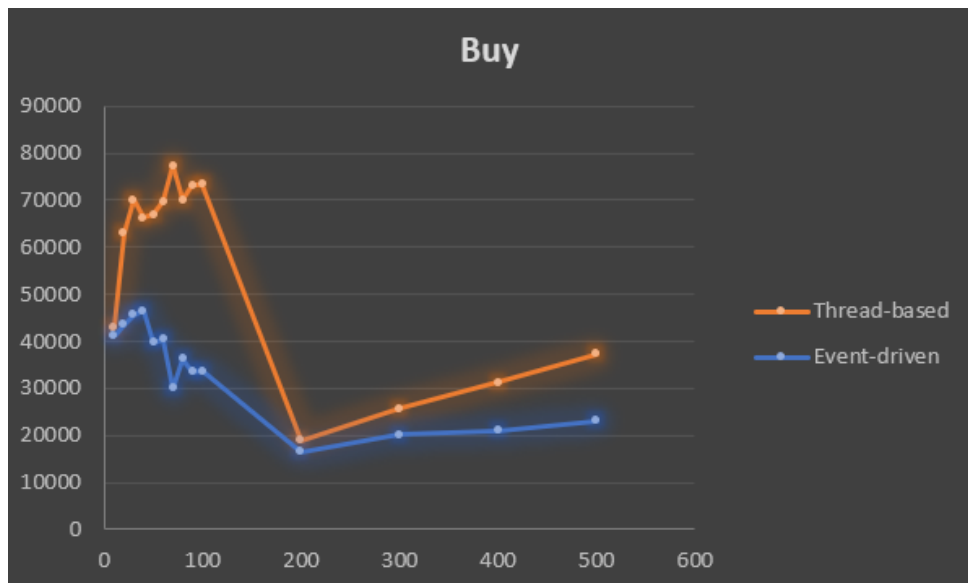
4. 성능 평가 결과 (Task 3)

- 강의자료 슬라이드의 내용 참고하여 작성 (측정 시점, 출력 결과 값 캡처 포함)

(1) 모든 client가 buy 만 요청한 경우

```
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.295911
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 2.168289
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.064346
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 ^[[A[BUY] elapsed time : 3.097589
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 2.298911
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.290596
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.123175
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 2.251685
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.080860
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.115558
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.209546
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.095609
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.122869
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 1.347570
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.257714
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.102345
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 1.342890
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.096640
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [BUY] elapsed time : 3.163259
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$
```

왼쪽 사진은 event-driven server에 대한 buy operation의 테스트 결과이며 오른쪽 사진은 thread-based server에 대한 buy operation의 테스트 결과이고 클라이언트의 수가 500일 때의 결과를 첨부하였다.



Thread-based server가 event-driven server에 비해 동시 처리율이 높은 것을 확인할 수 있으며 buy operation을 할 때는 즉, write만 할 경우에 스레드 기반의 서버가 효율적임을 알 수 있다.

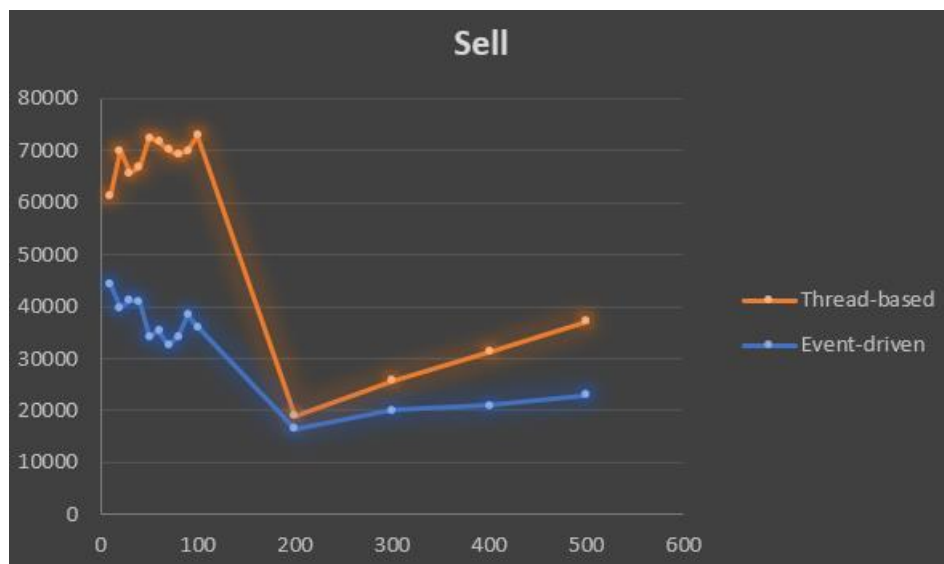
클라이언트의 수가 100에서 200으로 넘어갈 때 동시처리율이 급격히 감소하다가 200에서 300, 400, 500으로 클라이언트의 수가 증가될 때 동시처리율이 선형적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다.

(2) 모든 클라이언트가 sell 만 요청한 경우

```
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 2.265849
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.496810
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.113652
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 2.178784
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.300391
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.110169
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.321777
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.127370
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.068726
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$

cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.093566
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.243796
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.059044
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.166141
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 1.409153
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 1.471137
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.083092
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.118173
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.132489
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.059895
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[SELL] elapsed time : 3.073937
```

왼쪽 사진은 event-driven server에 대한 sell operation의 테스트 결과이며 오른쪽 사진은 thread-based server 에 대한 sell operation의 테스트 결과이고 클라이언트의 수가 500일 때의 결과를 첨부하였다.



Sell operation도 buy operation과 동일하게 스레드 기반 서버가 이벤트 기반 서버보다 동시 처리율이 높은 것을 확인할 수 있다.

정리하자면 buy, sell operation은 stock 정보를 update를 하며 binary tree를 순회하여 특정 id를 발견하게 되면 update만 하는데 스레드 기반은 stock 값을 변경시킬 때 P, V 함수를 통해 해당 item의 semaphore value를 조작함으로써 concurrent하게 동작하는 반면

에 이벤트 기반은 현재 서버와 connection된 client의 개수만큼 iteration을 돌면서 클라이언트의 buy 요청을 처리하여 concurrent하게 동작하기 때문에 buy, sell operation 을 할 경우에는 스레드 기반이 이벤트 기반보다 더 효율적임을 알 수 있다.

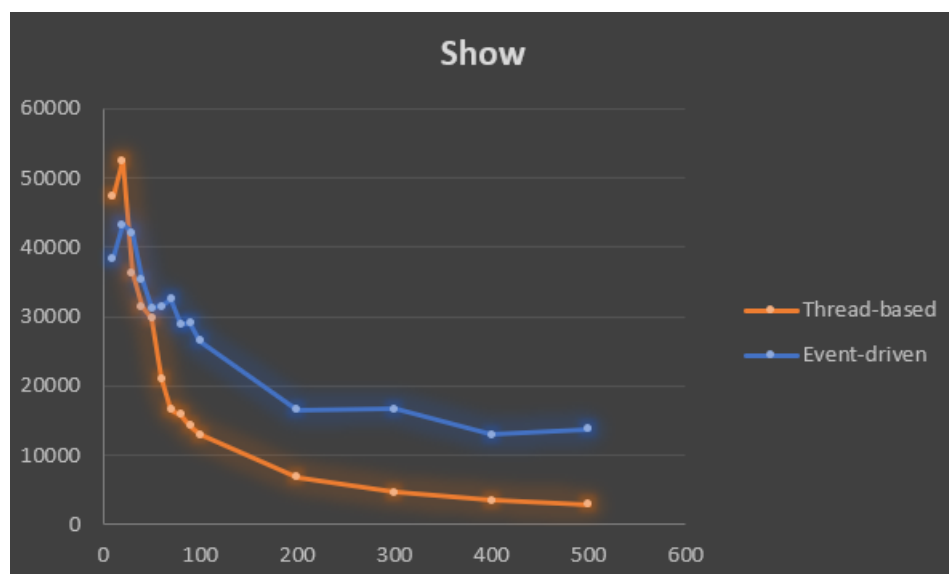
이러한 실험을 통해서 show operation의 동시처리율 또한 buy, sell 과 동일하게 스레드 기반이 더 효율적인지에 대해서 의문을 갖게 되었다.

(3) 모든 클라이언트가 show 만 요청한 경우

```
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 4.728363
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 4.643507
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 4.615618
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 4.751498
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 3.902983
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 3.614389
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 4.749012
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 7.346559
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 4.705934
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$

cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 17.472751
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 17.420646
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 17.425307
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 17.397155
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500 [SHOW] elapsed time : 17.449804
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_2$
```

왼쪽 사진은 event-driven server에 대한 show operation의 테스트 결과이며 오른쪽 사진은 thread-based server 에 대한 show operation의 테스트 결과이고 클라이언트의 수가 500일 때의 결과를 첨부하였다.



이번에는 스레드 기반이 이벤트 기반보다 동시처리율이 낮은 것을 볼 수 있다.

특히나 스레드 기반은 클라이언트의 개수가 늘어날 수록 눈에 띄게 동시처리율이 감소되는 것을 확인할 수 있으며 이벤트 기반도 감소하지만 약간의 증가를 하기도 한다.

이전에는 buy, sell operation 을 통해 스레드 기반에서 특정 id에서만 P, V function 을 호출하여 해당 id의 semaphore value를 감소시킴으로써 locking 및 unlocking 을 하여 synchronization 을 해줬지만 show 같은 경우는 모든 id에서 모든 스레드들의 공유하는 semaphore 및 stock 마다 가지고 있는 semaphore 를 P, V function 을 호출하여 locking, unlocking 을 처리하여 synchronization 을 해주기 때문에 그만큼 overhead가 굉장히 커서 스레드 기반이 클라이언트의 개수가 많아질수록 locking overhead가 커져서 눈에 띄게 동시처리율이 낮아진 것을 볼 수 있다.

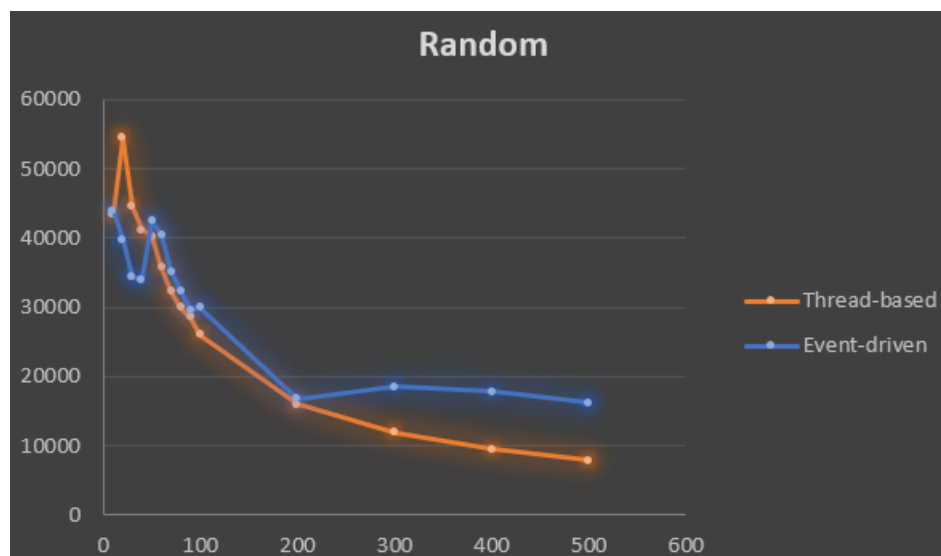
이벤트 기반 같은 경우는 단순히 binary tree를 inorder-traversal 을 하여 item들을 전부 접근하기 때문에 buy, sell 에 비해 동시처리율이 낮은 것을 알 수 있다.

(4) 모든 클라이언트가 random 하게 요청하는 경우

```
[RANDOM] elapsed time : 0.053354
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.250975
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.243977
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.079056
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.155600
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.104714
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.128837
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.090737
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.006359
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_1$ █

cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.301345
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.462325
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.363509
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.370861
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 7.070905
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.441066
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.396629
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.428002
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.365764
cse20192138@cspiro:~/prj2_srcs/task_2$ █
```

왼쪽 사진은 event-driven server에 대한 random operation의 테스트 결과이며 오른쪽 사진은 thread-based server 에 대한 random operation의 테스트 결과이고 클라이언트의 수가 500일 때의 결과를 첨부하였다.



모든 operation을 random하게 요청하게 될 경우 이벤트 기반이 동시 처리율이 더 높은 것을 볼 수 있다.

위와 같이 실험을 하여 확인할 수 있는 결과는 스레드 기반에서 critical section 을 어떻게 protection 할지에 따라서 스레드 기반이 더 좋거나 이벤트 기반이 더 좋을 수 있을 것으로 예측된다.

스레드 기반을 구현할 때 show operation 을 처리하기 위해 critical section 을 buy, sell operation 보다 더 많이 protection 하게 됨으로써 그로 인한 overhead가 있는 것을 확인할 수 있었고 위와 같이 random 하게 operation을 처리하게 된다면 random 과 buy,sell의 average 값으로 최종적으로 이벤트 기반이 효율적임을 알 수 있다.

따라서 buy, sell operation 에 대한 클라이언트의 요청을 처리할 때는 스레드 기반 서버가 효율적임을 알 수 있고 show operation 에 대한 클라이언트의 요청을 처리할 때는 이벤트 기반 서버가 효율적임을 알 수 있다.

N = 10 부터 N = 500 까지 클라이언트가 random하게 요청한 테스트 캡처 결과를 정리하여 올리면 다음과 같다.

(1) Event-driven Server

N = 10

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.028587
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.022754
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.026183
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.024508
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.031542
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.037441
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.033039
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.042008
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.028795
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.029501
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █
```

N = 20

```

^[[Acse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.050287
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.054524
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.056415
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.066053
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.052916
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.053643
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.054807
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.056728
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.085554
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.052317
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ █

```

N = 30

```

cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.092358
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.103506
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.126356
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.090479
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.096271
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.109237
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.110635
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.105907
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.087408
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.096703
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ █

```

N = 40

```

cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.192877
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.142913
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.150358
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.117781
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.135474
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.129217
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.147800
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.157169
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.131705
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.125659
cse20192138@csp:~/prj2_srcs/task_1$ █

```

N = 50

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.189251
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.170415
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.163736
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.184048
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.176351
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.176946
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.185103
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.149269
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.184511
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.117908
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █
```

N = 60

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.148108
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.182769
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.244227
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.223658
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.193411
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.239118
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.226551
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.224294
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.212510
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.182896
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █
```

N = 70

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.331888
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.284560
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.252861
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.199336
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.242564
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.279661
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.274351
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.284645
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.208118
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.221313
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.311004
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █
```


N = 80

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.321068
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.296623
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.300732
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.317765
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.270116
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.247216
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.338471
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.272191
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.320393
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.247137
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █
```

N = 90

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.304139
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.425495
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.336064
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.369007
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.309797
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.380694
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.373902
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.372404
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.311381
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.310718
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █
```

N = 100

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.400291
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.376035
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.402223
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.445621
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.401473
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.353059
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.422101
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.354624
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.333498
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.338417
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █
```

N = 200

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.275068
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.200224
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.284823
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.233028
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.267276
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.222800
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.197423
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
^[[A
[RANDOM] elapsed time : 1.238950
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.241264
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
^[[A[RANDOM] elapsed time : 1.218462
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.211022
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █
```

N = 300

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 1.736100
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 1.637420
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 1.814186
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 1.622100
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 1.704669
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 1.779515
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
^[[A[RANDOM] elapsed time : 1.760700
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 1.686641
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 1.737902
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 1.648126
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █
```

N = 400


```

cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 3.074051
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 3.148614
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 2.445752
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 2.290018
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 2.271487
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 2.297563
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 3.297505
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 3.095264
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 2.250348
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 400
[RANDOM] elapsed time : 2.459511
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █

```

N = 500

```

[RANDOM] elapsed time : 0.055594
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.250975
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.243977
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.079056
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.155600
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.104714
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.128837
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.090737
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 3.606359
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_1$ █

```

(2) Thread-based Server

N = 10

```

cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.023205
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.024638
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.030651
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.027029
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.030165
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.036811
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.026970
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.027361
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.039620
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 10
[RANDOM] elapsed time : 0.023028
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 20

```

cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.042566
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.043046
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.058177
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.045952
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.054929
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.057582
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.036727
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.058463
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.045911
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.050413
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 20
[RANDOM] elapsed time : 0.047451
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 30

```

cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.071142
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.090204
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.085099
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.074015
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.085078
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.088875
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.076592
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.077984
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.076699
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 30
[RANDOM] elapsed time : 0.067431
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 40

```

cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.113936
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.106813
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.097160
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.097806
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.135387
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.115868
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.103168
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.099535
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.113488
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.111692
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 40
[RANDOM] elapsed time : 0.108464
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 50

```

cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.162068
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.137314
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.143440
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.137871
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.134121
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.148110
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.152095
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.148442
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.124083
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 50
[RANDOM] elapsed time : 0.137114
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 60

```

^[[Acse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.184077
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.175900
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.182735
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.183728
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.165027
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.176202
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.171743
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.167595
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.181416
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 60
[RANDOM] elapsed time : 0.187131
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 70

```

cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.223001
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.236284
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.237842
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.229860
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.224296
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.230717
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.229750
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.221363
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.220957
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 70
[RANDOM] elapsed time : 0.216949
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 80

```

^[[Acse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.269839
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.264861
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.295828
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.271270
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.269903
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.266749
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.306023
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.286923
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.268097
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 80
[RANDOM] elapsed time : 0.291834
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 90

```

cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.344805
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.322563
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.345102
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.353072
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.319530
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.335429
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.361671
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.349333
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.339672
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 90
[RANDOM] elapsed time : 0.314715
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 100

```

cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.395913
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.396381
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.400722
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.384072
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.384253
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.394949
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.422778
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.424787
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.399782
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 100
[RANDOM] elapsed time : 0.381339
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █

```

N = 200

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.307755
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.274988
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.349644
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.256760
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.302175
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.334897
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.311113
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.321276
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.251676
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 200
[RANDOM] elapsed time : 1.286158
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █
```

N = 300

```
^[[Acse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.577338
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.549205
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.595124
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.568685
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.620467
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.591267
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
^[[A[RANDOM] elapsed time : 2.539148
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.519603
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.547383
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █
```

N = 400

```
^[[Acse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.577338
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.549205
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.595124
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.568685
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.620467
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.591267
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
^[[A[RANDOM] elapsed time : 2.539148
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.519603
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 300
[RANDOM] elapsed time : 2.547383
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █
```


N = 500

```
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.301345
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.462325
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.363509
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.370861
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 7.070905
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.441066
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.396629
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.428002
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ ./multiclient 172.30.10.11 60037 500
[RANDOM] elapsed time : 6.365764
cse20192138@cspro:~/prj2_srcs/task_2$ █
```

N = 10 부터 N = 500 까지 테스트한 출력 결과값을 표로 정리하여 올리면 다음과 같다.

(1) Event-driven Server

Client 개수	buy	sell	show	random
N = 10	0.024296	0.022589	0.026052	0.022754
N = 20	0.045962	0.050196	0.04617	0.050287
N = 30	0.065658	0.072956	0.071246	0.087408
N = 40	0.085933	0.097388	0.113123	0.117781
N = 50	0.126048	0.146323	0.160277	0.117908
N = 60	0.148359	0.169637	0.190591	0.148108
N = 70	0.233328	0.215448	0.215603	0.199336
N = 80	0.220056	0.234123	0.276294	0.247137
N = 90	0.268178	0.234127	0.310346	0.304139
N = 100	0.297739	0.277338	0.377795	0.333498
N = 200	1.494422	1.141111	1.210381	1.197423
N = 300	1.494422	1.472602	1.795492	1.622100
N = 400	1.900328	1.866789	3.081824	2.250348
N = 500	2.168289	2.178784	3.614389	3.079056

(2) Thread-based Server

Client 개수	buy	sell	show	random
N = 10	0.024769	0.016303	0.21128	0.023028
N = 20	0.031785	0.028577	0.038088	0.036727
N = 30	0.042837	0.045720	0.082547	0.067431
N = 40	0.060400	0.059958	0.127365	0.097160
N = 50	0.074574	0.068960	0.167969	0.127595
N = 60	0.085981	0.083739	0.285201	0.167595
N = 70	0.090392	0.099769	0.421505	0.216949
N = 80	0.114197	0.115591	0.505579	0.266749
N = 90	0.123075	0.128581	0.633958	0.314715
N = 100	0.136328	0.137118	0.769304	0.384082
N = 200	1.054247	1.049965	2.905736	1.251676
N = 300	1.166215	1.146228	6.447531	2.519603
N = 400	1.279886	1.266520	11.328847	4.228064
N = 500	1.342890	1.409153	17.420646	6.301345