

인공지능 빅데이터공학과

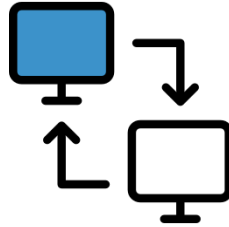
투박한 백권

- 권성수(팀장)
- 한지선
- 박해성
- 백두렬
- 박태원

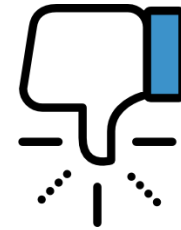
컨테이너 환경에서의 CPU 성능측정 방법에 대한 연구



예상치 못한 오류



불필요한
비용



신뢰도 감소

< Sysbench >

- 벤치마킹 프로그램



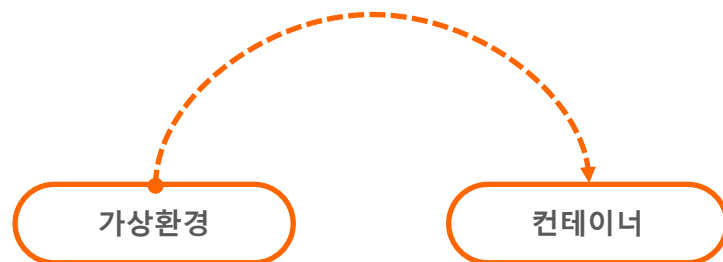
< Docker >

- 컨테이너 환경을 위한 운영체제, 소프트웨어 플랫폼

< Stress >

- 스트레스 부하 프로그램 [실험 2]

실험 1



- 싱글 코어
- 멀티 코어
- 쿼드 코어

- 싱글 코어
- 멀티 코어
- 쿼드 코어

실험 2



- 싱글 코어
- 멀티 코어
- 쿼드 코어

- 싱글 코어
- 멀티 코어
- 쿼드 코어

1. CPU 코어 수에 따른 성능의 차이를 분석

AWS EC2 가상환경

```
ubuntu@ip-172-31-16-184:~$ sysbench cpu --events=10000 --cpu-max-prime=20000 --time=0 --threads=2 run
sysbench 1.0.18 (using system LuaJIT 2.1.0-beta3)

Running the test with following options:
Number of threads: 2
Initializing random number generator from current time

Prime numbers limit: 20000
Initializing worker threads...
Threads started!

CPU speed:
  events per second: 294.57

General statistics:
  total time: 33.9461s
  total number of events: 10000

Latency (ms):
  min: 3.33
  avg: 6.78
  max: 16.59
  95th percentile: 7.56
  sum: 67837.75

Threads fairness:
  events (avg/stddev): 5000.0000/1.00
  execution time (avg/stddev): 33.9189/0.00
```

Docker 컨테이너 환경

```
ubuntu@ip-172-31-16-184:~$ sudo docker run ubuntu/test:1.0
sysbench 1.0.18 (using system LuaJIT 2.1.0-beta3)

Running the test with following options:
Number of threads: 2
Initializing random number generator from current time

Prime numbers limit: 20000
Initializing worker threads...
Threads started!

CPU speed:
  events per second: 293.46

General statistics:
  total time: 34.0742s
  total number of events: 10000

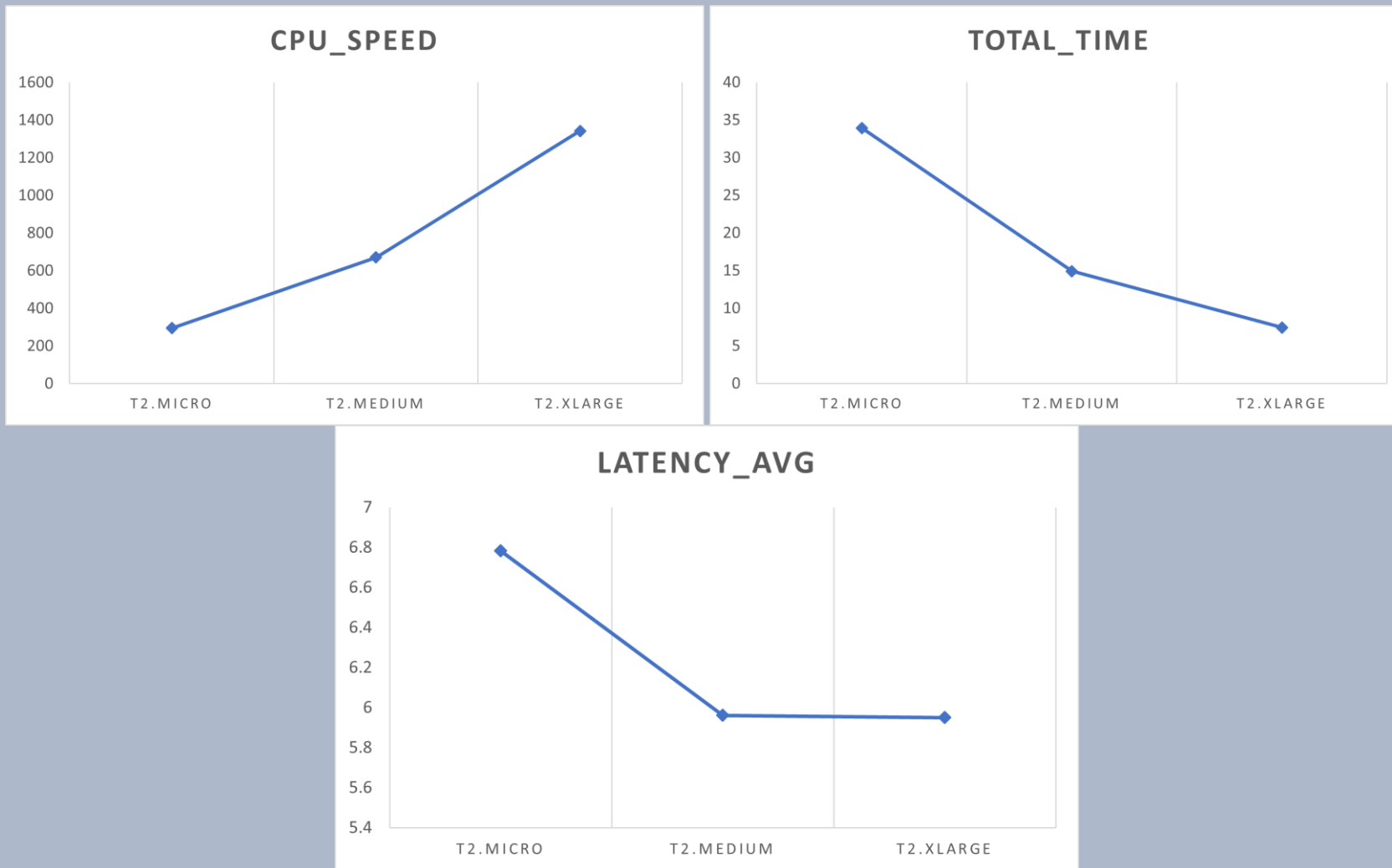
Latency (ms):
  min: 3.28
  avg: 6.81
  max: 14.23
  95th percentile: 7.56
  sum: 68107.59

Threads fairness:
  events (avg/stddev): 5000.0000/1.00
  execution time (avg/stddev): 34.0538/0.01
```

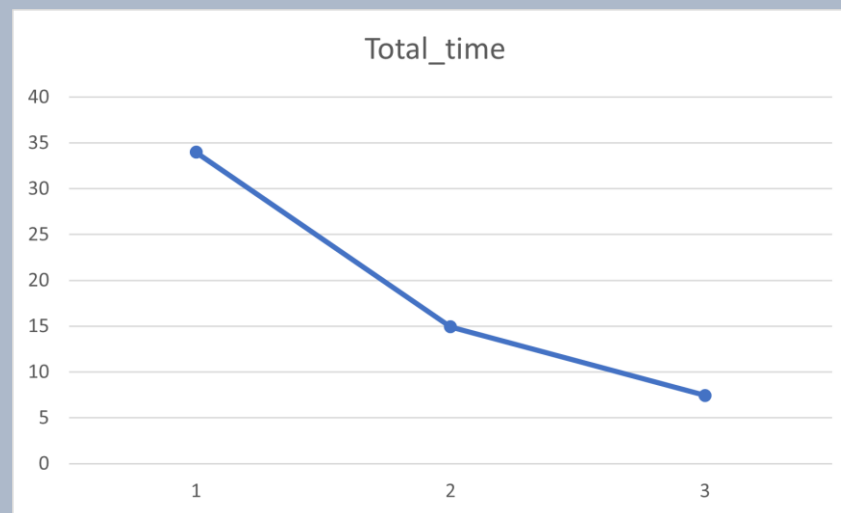
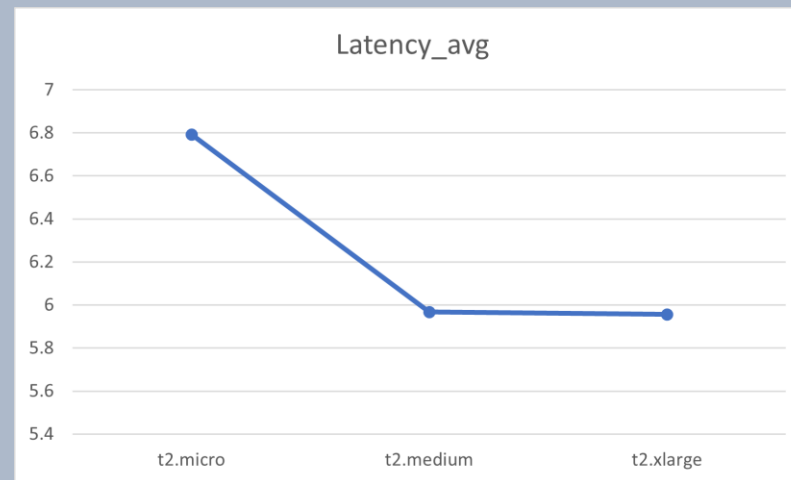
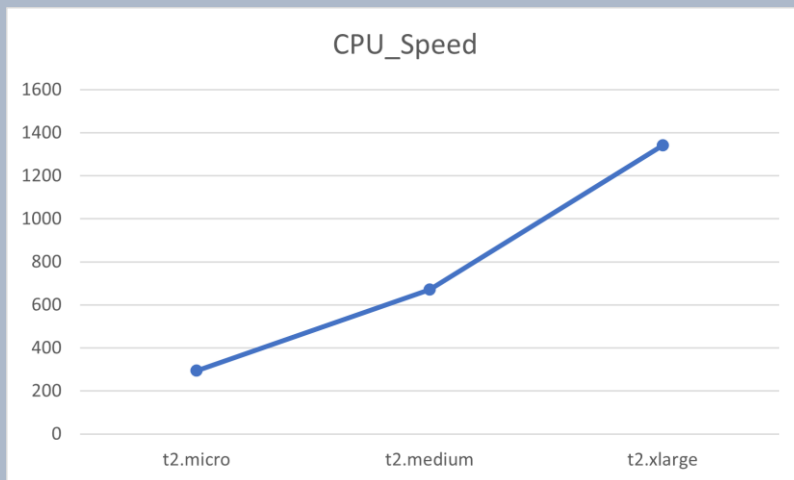
1. CPU 코어 수에 따른 성능의 차이를 분석

Micro 가상환경			Micro 컨테이너 환경			Micro Stress 가상환경			Micro Stress 컨테이너		
CPU_Speed	Total_time	Latency_avg	CPU_Speed	Total_time	Latency_avg	CPU_Speed	Total_time	Latency_avg	CPU_Speed	Total_time	Latency_avg
294.78	33.9216	6.78	293.47	34.0727	6.81	195.77	51.0798	10.21	147.29	67.8923	13.57
291.56	34.2968	6.85	293.46	34.0742	6.81	195.91	51.0426	10.2	147.29	67.8906	13.57
295.79	33.8055	6.76	294.58	33.9451	6.78	196.16	50.9787	10.19	146.78	68.1253	13.61
295.72	33.814	6.76	294.74	33.9259	6.78	193.21	51.7546	10.34	147.31	67.8834	13.56
295.64	33.8233	6.76	294.24	33.9871	6.79	195.82	51.0646	10.21	147.21	67.9304	13.57
294.68	33.9329	6.78	294.72	33.928	6.78	196.27	50.948	10.18	147.31	67.8806	13.56
295.14	33.8796	6.77	294.3	33.9766	6.79	196.01	51.0162	10.2	147.11	67.9743	13.58
295.01	33.8955	6.78	294.63	33.9388	6.78	196.09	50.9958	10.19	147.18	67.942	13.58
294.99	33.8978	6.77	294.26	33.9821	6.79	195.74	51.087	10.21	147.47	67.8047	13.55
295.56	33.832	6.76	294.54	33.9495	6.78	195.86	51.0548	10.2	147.45	67.8126	13.55
295.18	33.8759	6.77	294.55	33.9481	6.78	195.92	51.0392	10.2	147.41	67.8312	13.56
294.99	33.8978	6.78	293.95	34.0178	6.8	192.79	51.8682	10.37	147.51	67.7841	13.55
294.8	33.9189	6.78	294.12	33.9975	6.8	195.81	51.0679	10.21	147.57	67.7597	13.54
294.96	33.9014	6.78	294.47	33.9574	6.79	195.01	51.2788	10.25	147.18	67.9442	13.57
294.55	33.9485	6.79	295.05	33.8901	6.77	195.83	51.0637	10.21	147.37	67.8538	13.56
295.08	33.8873	6.77	294.57	33.9464	6.79	196.03	51.0107	10.2	147.54	67.7723	13.54
295.72	33.8134	6.76	297.33	33.9736	6.79	195.89	51.0462	10.2	145.56	68.7001	13.73
288.24	34.6911	6.93	293.98	34.0137	6.8	196.09	50.9946	10.19	147.37	67.8487	13.56
294.78	33.9211	6.78	295.07	33.8878	6.77	196.07	51.0012	10.19	147.51	67.7849	13.55
295.02	33.8939	6.78	293.92	34.0212	6.8	195.71	51.0949	10.21	147.27	67.8985	13.57
295.48	33.841	6.76	294.45	33.9592	6.79	195.77	51.0781	10.21	147.37	67.8533	13.56
294.76	33.9235	6.78	294.48	33.9561	6.79	194.06	51.5281	10.3	147.43	67.8286	13.55
294.3	33.9766	6.79	293.53	34.0657	6.81	196.18	50.9706	10.19	146.74	68.147	13.62
295.06	33.8887	6.77	293.91	34.0219	6.8	195.81	51.068	10.21	146.81	68.1098	13.61
294.72	33.9287	6.78	293.78	34.0372	6.8	195.96	51.0282	10.2	145.89	68.5437	13.69
294.9	33.9079	6.78	293.93	34.0198	6.8	195.83	51.0632	10.21	146.45	68.281	13.65
294.6	33.9422	6.79	294.08	34.003	6.8	195.76	51.0797	10.21	146.72	68.1488	13.61
294.73	33.9272	6.78	294.13	33.9971	6.79	195.9	51.0427	10.2	146.83	68.0999	13.62
294.98	33.8983	6.78	294.42	33.9635	6.79	196.15	50.9788	10.19	146.82	68.1105	13.61
294.96	33.9005	6.78	293.6	34.0579	6.81	193.2	51.7547	10.34	146.98	68.0361	13.59

실험 1. 데이터 시각화



실험 1. 데이터 시각화



실험 1. 분산 분석 (가상 환경)

세 가지 인스턴스 유형의 CPU_speed, Total_time, latency_avg 평균의 차이가 있는지에 대한 분산분석

CPU_speed :

P-value : $2e-16$, $\alpha = 0.001$ 이므로

귀무 가설 기각.

결론 : 세 가지 인스턴스 유형의 CPU_speed
평균 차이가 있다.

```
> cpu_speed_output<-aov(test$CPU_Speed ~ test$Type)
> summary(cpu_speed_output)
              Df   Sum Sq Mean Sq  F value    Pr(>F)
test$Type      2 16885786 8442893 10335271 <2e-16 ***
Residuals     87         71      1
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Total_time :

P-value : $2e-16$, $\alpha = 0.001$ 이므로

귀무 가설 기각.

결론 : 세 가지 인스턴스 유형의 Total_time
평균 차이가 있다.

```
> total_time_output<-aov(test$Total_time ~ test$Type)
> summary(total_time_output)
              Df Sum Sq Mean Sq  F value    Pr(>F)
test$Type      2  11187    5593  603530 <2e-16 ***
Residuals     87         1      0
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Latency_avg :

P-value : $2e-16$, $\alpha = 0.001$ 이므로

귀무 가설 기각.

결론 : 세 가지 인스턴스 유형의 Latency_avg
평균 차이가 있다.

```
> latency_avg_output<-aov(test$Latency_avg ~ test$Type)
> summary(latency_avg_output)
              Df Sum Sq Mean Sq  F value    Pr(>F)
test$Type      2 13.686    6.843  19285 <2e-16 ***
Residuals     87  0.031    0.000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

최종결론 : CPU 코어 수에 따른 성능의 차이가 있다.

실험 1. 분산 분석 (컨테이너)

세 가지 인스턴스 유형의 CPU_speed, Total_time, latency_avg 평균의 차이가 있는지에 대한 분산분석

CPU_speed :

P-value : $2e-16$, $\alpha = 0.001$ 이므로

귀무 가설 기각.

결론 : 세 가지 인스턴스 유형의 CPU_speed
평균 차이가 있다.

Total_time :

P-value : $2e-16$, $\alpha = 0.001$ 이므로

귀무 가설 기각.

결론 : 세 가지 인스턴스 유형의 Total_time
평균 차이가 있다.

Latency_avg :

P-value : $2e-16$, $\alpha = 0.001$ 이므로

귀무 가설 기각.

결론 : 세 가지 인스턴스 유형의 Latency_avg
평균 차이가 있다.

```
> cpu_speed_con_output<-aov(test1$CPU_Speed ~ test1$Type)
> summary(cpu_speed_con_output)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
test1$Type    2 21895334 10947667 23055202 <2e-16 ***
Residuals    87         41         0
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> total_time_con_output<-aov(test1$Total_time ~ test1$Type)
> summary(total_time_con_output)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
test1$Type    2  14073     7037 4208896 <2e-16 ***
Residuals    87         0         0
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> latency_avg_con_output<-aov(test1$Latency_avg ~ test1$Type)
> summary(latency_avg_con_output)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
test1$Type    2  13.967     6.983   73584 <2e-16 ***
Residuals    87   0.008     0.000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

최종결론 : CPU 코어 수에 따른 성능의 차이가 있다.

2. Stress 부하 후 각 환경의 성능차이 비교 분석

```
ubuntu@ip-172-31-63-58: ~
ubuntu@ip-172-31-63-58:~$ stress -c 1
stress: info: [2150] dispatching hogs: 1 cpu, 0 io, 0 vm, 0 hdd
█
```

```
ubuntu@ip-172-31-63-58: ~
sysbench 1.0.18 (using system LuaJIT 2.1.0-beta3)

Running the test with following options:
Number of threads: 2
Initializing random number generator from current time

Prime numbers limit: 20000
Initializing worker threads...

Threads started!

CPU speed:
  events per second:   198.92

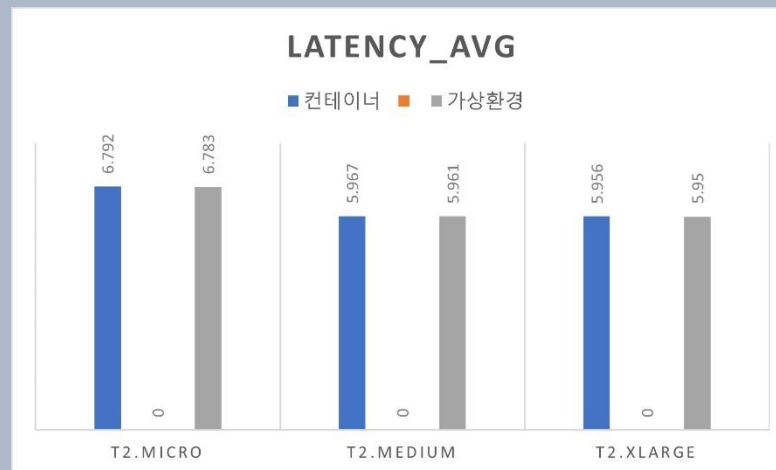
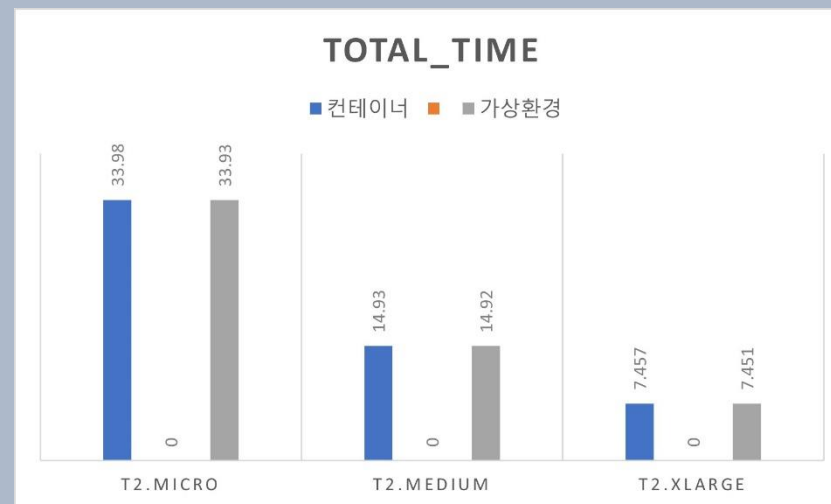
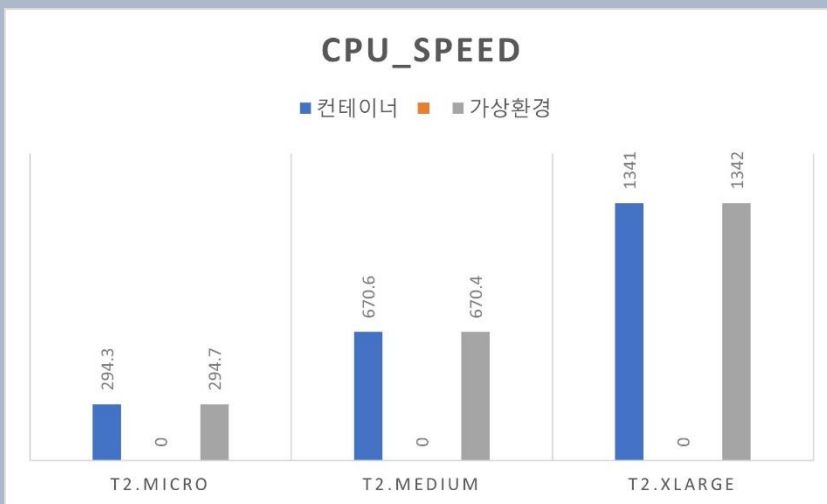
General statistics:
  total time:          50.2702s
  total number of events: 10000

Latency (ms):
  min:                 3.02
  avg:                 10.05
  max:                 28.85
  95th percentile:    11.45
  sum:                 100474.21

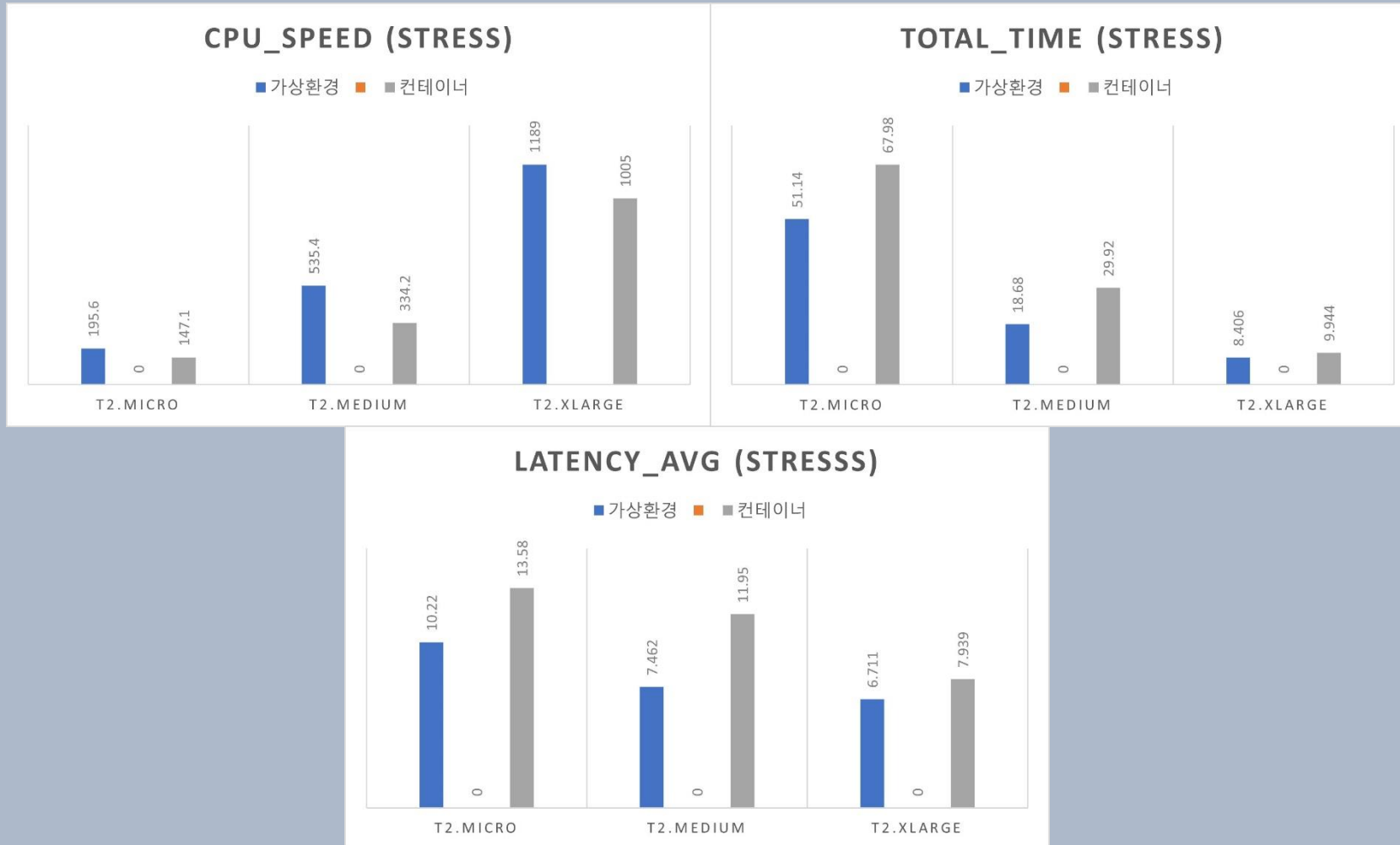
Threads fairness:
  events (avg/stddev): 5000.0000/0.00
  execution time (avg/stddev): 50.2371/0.00

ubuntu@ip-172-31-63-58:~$ █
```

실험 2. 데이터 시각화 (No Stress)



실험 2. 데이터 시각화 (Stress)



실험 1. T-Test

각 두 환경의 성능의 평균 차이 검정.

CPU_Speed :

세 가지 인스턴스 유형 모두

P-value : $2.2e-16$ 이 0에 가까운 결과를 나타냄으로

귀무 가설 기각.

결론 : 두 환경의 CPU_Speed 평균 차이가 있다.

Total_time :

세 가지 인스턴스 유형 모두

P-value : $2.2e-16$ 이 0에 가까운 결과를 나타냄으로

귀무 가설 기각.

결론 : 두 환경의 Total_time 평균 차이가 있다.

Latency_avg :

세 가지 인스턴스 유형 모두

P-value : $2.2e-16$ 이 0에 가까운 결과를 나타냄으로

귀무 가설 기각.

결론 : 두 환경의 Latency_avg 평균 차이가 있다.

Two Sample t-test

```
data: test2$t2.micro by test2$Type
t = -252.94, df = 58, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -48.84618 -48.07915
sample estimates:
mean in group con mean in group ec2
    147.0910      195.5537
```

Two Sample t-test

```
data: test2$t2.medium by test2$Type
t = 287.88, df = 58, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
  11.16892 11.32533
sample estimates:
mean in group con mean in group ec2
    29.92342      18.67629
```

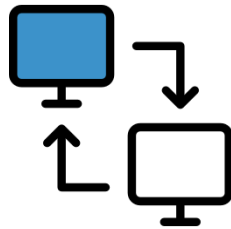
Two Sample t-test

```
data: test2$t2.xlarge by test2$Type
t = 240.23, df = 58, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
  1.217768 1.238232
sample estimates:
mean in group con mean in group ec2
    7.939333      6.711333
```

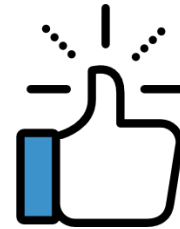
활용 방안 및 기대효과



사전 오류 방지



비용 절약



신뢰도 향상

감사합니다.