

**LG U+ Why Not SW Camp 7기**

# **CookUs**

성능 평가 결과 보고서

**TEAM** 건전지

홍가연, 박민상, 김지영, 신윤서

# 목 차

I.	테스트 환경 .....	3
II.	테스트 목적 .....	3
III.	테스트 시나리오 .....	3
IV.	테스트 결과 .....	3
	1. API 응답 속도 .....	3
	2. 동시 사용자 처리(부하 테스트) .....	3
	3. 서버 자원 사용량 .....	3
	4. DB 성능 테스트 .....	3
V.	성능 개선 방안 .....	3
VI.	결론 .....	3
VII.	부록 .....	3

# 프로젝트명: Cookus – 냉장고 기반 맞춤형 레시피 추천 서비스

---

## I. 테스트 환경

항목	내용
서버 환경	AWS EC2 <b>t3.micro</b> (2 vCPU / 1GB RAM) – Docker 기반 배포, Nginx + Uvicorn
운영 체제	Amazon Linux 2023 kernel-6.1 AMI
백엔드 프레임워크	FastAPI (Python 3.10)
DB	MariaDB 10.6 (AWS RDS), S3
네트워크	1Gbps
테스트 도구	Apache Benchmark(ab), htop, FastAPI built-in logging

---

## II. 테스트 목적

본 평가는 Cookus 서비스의 성능 안정성, 응답 속도, 동시 사용자 처리 능력을 확인하고,

특히 로그인 · 레시피 추천 · 커뮤니티 게시글 등록 등 핵심 기능에서의 병목 구간(**DB·LLM·네트워크**) 여부를 검증함으로써

서비스 출시 전에 전반적인 안정성을 점검하는 것을 목적으로 한다.

---

## III. 테스트 시나리오

시나리오	설명
1) 로그인 API 성능 측정	<a href="/api/auth/login">/api/auth/login</a> API의 평균·최대 응답속도 측정 (단일 사용자 및 부하 환경)

<b>2) 냉장고 재료 기반 레시피 추천 API</b>	<code>/api/me/recommendations</code> API 처리 속도 측정 (OpenAI LLM 호출 포함)
<b>3) 커뮤니티 게시글 등록</b>	<code>/api/events/{event_id}/posts</code> API 응답 속도 측정. 이벤트당 게시글 3개 제한 조건 반영
<b>4) DB 부하 테스트</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 로그인/사용자 패턴: <code>user_info</code></li> <li>- 레시피 추천/선택 패턴: <code>recommend_recipe</code>, <code>selected_recipe</code></li> <li>- 게시글(커뮤니티) 패턴: <code>board</code></li> <li>- 행동 로그 패턴: <code>board_likes</code></li> </ul>
<b>5) 동시 사용자 부하 테스트</b>	로그인 API를 기준으로 50명, 100명, 200명 부하 테스트

---

## IV. 테스트 결과

### IV.1 API 응답속도

기준: 실제 EC2(t3.micro)에서 ApacheBench로 측정한 결과

API	평균 응답속도	최대 응답속도	비고
로그인	<b>638ms</b> (약 0.64초)	1837ms (약 1.84초)	정상, ab( <b>n=1000, c=100</b> )
레시피 추천	<b>1779ms</b> (약 1.78초)	16852ms (약 16.85초)	LLM 호출 포함 시 증가, ab(n=300, c=30)
게시글 등록	<b>2.45ms</b> (약 0.002초)	3ms (약 0.003초)	이벤트당 3개 제한 검증을 포함해도 응답 속도는 매우 빠른 수준, ab(n=3, c=1)

### 요약

- 로그인 API는 평균 약 **0.64초**, 최대 약 **1.8초**로, 인증 절차와 DB 조회를 포함한 응답 속도가 실사용에 무리가 없는 수준으로 확인되었다.
- 레시피 추천 API는 **LLM** 호출이 포함되어 평균 응답속도가 약 **1.78초**로 상대적으로 길지만, 중앙값이 약 **89ms** 수준이라 대부분의 요청은 매우 빠르게 처리되고, 소수의

LLM 응답 지연이 최대 약 16초까지 발생하면서 평균을 끌어올리는 패턴을 보인다.

- 게시글 등록 API는 비즈니스 룰(이벤트당 3개 제한) 검증을 포함하더라도 약 2~3ms 수준으로 매우 빠르게 처리된다.
- 

## IV.2 동시 사용자 처리 (부하 테스트)

동시 사용자 수	ab 설정 (n, c)	평균 응답시간	성공률	서버 상태
50명	n=500, c=50	219ms	100%	안정적
100명	n=1000, c=100	638ms	100%	응답 시간은 증가하지만, 여전히 허용 가능한 수준. 예외 없음
200명	n=2000, c=200	10329ms	90%	응답 지연 급증 및 일부 요청 실패 발생.

### 해석

- 동시 **50명·100명**까지는 실패 없이 안정적으로 요청을 처리하며, 평균 응답시간도 1초 이내로 유지된다.
  - 동시 **200명**에서는 평균 응답시간이 약 10초를 넘어가고 Non-2xx 응답(길이 불일치 등) 195건이 발생하여, 현재 인프라와 구조에서의 실질적인 한계로 볼 수 있다.
  - 따라서 현재 구성 기준으로는 \*\*“동시 100명 수준까지는 안정적, 200명 이상에서는 확장 전략 필요”\*\*로 요약할 수 있다.
- 

## IV.3 서버 자원 사용량

도구: EC2 내부에서 **htop** 실행

상황: 로그인·추천API 부하 테스트 수행 중 관측

지표	사용량
CPU 사용량 평균	2-3%
CPU 피크	3% (레시피 추천 API 부하 시점 기준)

메모리 사용량 평균 **54~55%** (약 540MB / 996MB 사용)

네트워크 대역폭 사용량 수 Mbps 미만 수준으로 추정, 이번 테스트 범위에서는 자원 병목 미발견

## 해석

- CPU와 메모리는 전반적으로 여유 있는 상태로, EC2 t3.micro 환경에서도 기본적인 트래픽 수준에서는 자원 부족 문제가 발생하지 않았다.
  - 레시피 추천 API 테스트 시에도 CPU 사용률은 크게 오르지 않아, 병목이 **EC2 CPU**/메모리가 아닌 외부 **LLM(OpenAI)** 응답 지연 및 네트워크 왕복 시간 쪽에 더 가깝다는 점을 확인했다.
- 

## IV.4 DB 성능 테스트

작업	실제 실행 쿼리 (요약)	처리 시간(s)	처리 시간(m) s)	평가
user_info 단건 조회	SELECT * FROM user_info WHERE user_id = 'testuser01';	0.016 s	<b>16 ms</b>	매우 빠름
recommend_recipe 최근 20개	SELECT * FROM recommend_recipe WHERE user_id = 'testuser01' ORDER BY created_at DESC LIMIT 20;	0.015 s	<b>15 ms</b>	매우 빠름
selected_recipe INSERT	INSERT INTO selected_recipe (...) VALUES (...);	0.016 s	<b>16 ms</b>	빠름 (쓰기 부담 거의 없음)
board INSERT	INSERT INTO board (...) VALUES (...);	0.000 s	<b>≈ 0 ms</b>	매우 빠름 (즉시 처리)
event_result JOIN 조회	SELECT er.*, e.event_name, u.nickname FROM event_result er JOIN event e ... JOIN	0.016 s	<b>16 ms</b>	JOIN 2회 포함해도 빠른 수준

```
user_info u ... WHERE  
er.event_id = 1 LIMIT 50;
```

## 요약

- 단건 조회/쓰기, 최근 20건 조회, 2중 JOIN 조회까지 모두 **15~16ms** 수준으로 처리되어, 현재 데이터량과 스키마 기준에서는 **DB** 자체가 병목으로 작용하지 않음을 확인했다.
  - 게시글 **INSERT**는 측정상 0초( $\approx 0\text{ms}$ )에 가까운 속도로, 쓰기 비용이 매우 낮은 테이블 구조임을 보여준다.
  - 향후 실제 데이터가 많이 쌓인 이후에는 **event\_result, board, recommend\_recipe** 중심으로 **EXPLAIN** 및 인덱스 튜닝을 통해 현재 수준의 응답성을 유지하는 것이 중요하다.
- 

## V. 성능 개선 방안

개선 항목	내용
<b>LLM</b> 호출 최소화 (후보 풀 캐싱)	같은 재료·프로필에 대해 <b>LLM</b> 이 만든 **후보 레시피 풀(10~15개)**을 일정 시간 캐싱하고, 매 요청마다 그 안에서 최근 노출 레시피를 제외한 <b>3개</b> 만 섞어서 추천해 <b>LLM</b> 호출 횟수를 줄인다.
<b>API</b> 레벨 캐싱	<b>Redis</b> 등 <b>In-memory</b> 캐시와 프론트 캐시를 활용해 동일 요청에 대한 중복 추천 호출을 최소화한다.
비동기 처리·워커 분리	<b>LLM</b> 호출을 비동기 작업 또는 별도 워커로 분리해, 메인 API는 빠르게 응답하고 추천 결과는 후속으로 전달하는 구조를 검토한다.
<b>LLM</b> 호출 최소화	동시 200명 이상 구간을 대비해 오토 스케일링·로드 밸런서·토큰 발급 로직 최적화로 피크 트래픽 대응력을 높인다
<b>DB</b> 인덱스·쿼리 점검	<b>board, board_likes, event_result</b> 중심으로 <b>EXPLAIN</b> ·복합 인덱스를 적용해 조회·집계 성능을 개선한다.
모니터링 고도화	<b>CloudWatch·APM</b> 등을 활용해 <b>LLM</b> 응답시간· <b>DB</b> 쿼리·에러율을 모니터링하고, 병목 구간을 지속적으로 추적한다.

---

## **VI. 결론**

- 동시 **50~100**명 수준에서는 로그인·추천·게시글 등록 모두 에러 없이 안정적인 성능을 보였다.
  - 로그인 API는 동시 **200**명부터 평균 약 **10.3**초와 일부 실패가 발생해, 현재 t3.micro 환경의 실질적인 한계 구간이 확인되었다.
  - 레시피 추천 API는 평균 **\*\*1779ms(1.78초)\*\***이지만, 중앙값 **89ms**로 대부분은 빠르게 응답하고, **\*\*소수의 LLM** 지연(outlier)**\*\***이 평균을 끌어올리는 구조다.
  - CPU 2~3%, 메모리 54~55% 수준으로 서버 자원은 여유가 있으며, **LLM** 호출 최적화·캐싱·스케일아웃·**DB** 튜닝을 적용하면 더 많은 동시 사용자와 빠른 응답속도를 지원할 수 있을 전망이다.
- 

## **VII. 부록**

### **VII. 부록 (구성 예시)**

- **A. ApacheBench(ab)** 명령어 정리
  - 로그인 API 단일·부하 테스트용 명령어

```
[ec2-user@ip-172-31-41-205 ~]$ ab -n 500 -c 50 -p login.json -T application/json http://43.203.1.85/api/auth/login
This is ApacheBench, Version 2.3 <$Revision: 1923142 $>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/

Benchmarking 43.203.1.85 (be patient)
Completed 100 requests
Completed 200 requests
Completed 300 requests
Completed 400 requests
Completed 500 requests
Finished 500 requests

Server Software:      nginx/1.27.5
Server Hostname:     43.203.1.85
Server Port:          80

Document Path:        /api/auth/login
Document Length:      218 bytes

Concurrency Level:    50
Time taken for tests: 2.915 seconds
Complete requests:   500
Failed requests:      0
Total transferred:   443500 bytes
Total body sent:     95000
HTML transferred:   109000 bytes
Requests per second: 171.54 [/sec] (mean)
Time per request:   291.482 [ms] (mean)
Time per request:   5.830 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:       148.59 [Kbytes/sec] received
                     31.83 kb/s sent
                     180.42 kb/s total

Connection Times (ms)
              min  mean[+/-sd] median   max
Connect:        0    0.3      0     2
Processing:    70  263 138.1   238   1453
Waiting:       69  263 138.1   237   1453
Total:         71  263 138.0   238   1453

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%   238
 66%   262
 75%   275
 80%   280
 90%   308
 95%   321
 98%   503
 99%  1303
100%  1453 (longest request)
```

```
[ec2-user@ip-172-31-41-205 ~]$ ab -n 1000 -c 100 -p login.json -T application/json http://43.203.1.85/api/auth/login
This is ApacheBench, Version 2.3 <$Revision: 1923142 $>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/

Benchmarking 43.203.1.85 (be patient)
Completed 100 requests
Completed 200 requests
Completed 300 requests
Completed 400 requests
Completed 500 requests
Completed 600 requests
Completed 700 requests
Completed 800 requests
Completed 900 requests
Completed 1000 requests
Finished 1000 requests

Server Software:      nginx/1.27.5
Server Hostname:     43.203.1.85
Server Port:          80

Document Path:        /api/auth/login
Document Length:      218 bytes

Concurrency Level:    100
Time taken for tests: 6.426 seconds
Complete requests:   1000
Failed requests:      0
Total transferred:   890000 bytes
Total body sent:     190000
HTML transferred:   210000 bytes
Requests per second: 155.63 [/sec] (mean)
Time per request:   642.559 [ms] (mean)
Time per request:   6.426 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:       28.88 kb/s sent
                     28.88 kb/s total

Connection Times (ms)
              min  mean[+/-sd] median   max
Connect:        0    0.7      0     11
Processing:    75  528 147.8   530   1837
Waiting:       72  528 147.9   530   1837
Total:         75  529 147.7   531   1837

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%   531
 66%   546
 75%   554
 80%   564
 90%   588
 95%   618
 98%   788
 99%  1493
100%  1837 (longest request)
```

```
[ec2-user@ip-172-31-41-205 ~]$ ab -n 2000 -c 200 -p login.json -T application/json http://43.203.1.85/api/auth/login
This is ApacheBench, Version 2.3 <$Revision: 1923142 $>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/

Benchmarking 43.203.1.85 (be patient)
Completed 200 requests
Completed 400 requests
Completed 600 requests
Completed 800 requests
Completed 1000 requests
Completed 1200 requests
Completed 1400 requests
Completed 1600 requests
Completed 1800 requests
Completed 2000 requests
Finished 2000 requests

Server Software:      nginx/1.27.5
Server Hostname:     43.203.1.85
Server Port:          80

Document Path:        /api/auth/login
Document Length:     218 bytes

Concurrency Level:   200
Time taken for tests: 103.286 seconds
Complete requests:  2000
Failed requests:    195
    (Connect: 0, Receive: 195, Exceptions: 0)
Non-2xx responses:  195
Total transferred:  1642417 bytes
Total body sent:   380000
HTML transferred:  400797 bytes
Requests per second: 19.36 (#/sec) (mean)
Time per request:   10328.610 [ms] (mean)
Time per request:   51.643 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:      15.53 [Kbytes/sec] received
                     3.59 kb/s sent
                     19.12 kb/s total

Connection Times (ms)
              min  mean [+-sd] median  max
Connect:       0  650 4083.4      0  32338
Processing:   75 4470 8474.2  1091  60006
Waiting:      70 4470 8474.2  1091  60006
Total:        75 5120 9698.9  1097  92207

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%  1097
 66%  1170
 75%  3418
 80%  10732
 90%  13161
 95%  20679
 98%  35056
 99%  60001
100%  92207 (longest request)
```

- 레시피 추천 API 부하 테스트( $n=300$ ,  $c=30$ )

```

# 3) ab 실행
ab -n 300 -c 30 \
-H "Authorization: Bearer $TOKEN" \
http://43.203.1.85/api/me/recommendations
eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJzdWJlOiJ6eGN2Ym4iLCJpYXQiOjE3NjM0MjQ0MTQsImV4cCI6MTc2MzQyNjIxNH0.w1BL0JE_1JtZBd8CiwyiwfmTh81L6TrilkB0fygVzaI
This is ApacheBench, Version 2.3 <$Revision: 1923142 $>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/

Benchmarking 43.203.1.85 (be patient)
Completed 100 requests
Completed 200 requests
Completed 300 requests
Finished 300 requests

Server Software:      nginx/1.27.5
Server Hostname:     43.203.1.85
Server Port:          80

Document Path:        /api/me/recommendations
Document Length:      2118 bytes

Concurrency Level:    30
Time taken for tests: 17.789 seconds
Complete requests:   300
Failed requests:      0
Total transferred:   680700 bytes
HTML transferred:    635400 bytes
Requests per second: 16.86 [/sec] (mean)
Time per request:    1778.949 [ms] (mean)
Time per request:    59.298 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:        37.37 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)
              min  mean[+/-sd] median   max
Connect:        0    0  0.1     0     1
Processing:    61  146 967.8    89  16852
Waiting:       61  146 967.8    89  16851
Total:         61  147 967.8    89  16852

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
  50%    89
  66%    95
  75%    97
  80%    99
  90%   107
  95%   115
  98%   154
  99%   160
100%  16852 (longest request)

```

- o 게시글 등록 API 테스트( $n=3$ ,  $c=1$ )

```
[ec2-user@ip-172-31-41-205 ~]$ ab -n 3 -c 1 \
-p post.json \
-T application/json \
-H "Authorization: Bearer $TOKEN" \
http://43.203.1.85/api/events/3/posts
This is ApacheBench, Version 2.3 <$Revision: 1923142 $>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/

Benchmarking 43.203.1.85 (be patient).....done

Server Software:        nginx/1.27.5
Server Hostname:       43.203.1.85
Server Port:          80

Document Path:         /api/events/3/posts
Document Length:      26 bytes

Concurrency Level:    1
Time taken for tests: 0.007 seconds
Complete requests:   3
Failed requests:    0
Non-2xx responses:  3
Total transferred:  555 bytes
Total body sent:    1305
HTML transferred:   78 bytes
Requests per second: 408.61 [#/sec] (mean)
Time per request:   2.447 [ms] (mean)
Time per request:   2.447 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:      73.82 [Kbytes/sec] received
                     173.58 kb/s sent
                     247.40 kb/s total

Connection Times (ms)
              min  mean[+/-sd] median   max
Connect:        0    0  0.1     0      0
Processing:     2    2  0.6     2      3
Waiting:        2    2  0.6     2      3
Total:          2    2  0.7     3      3
WARNING: The median and mean for the total time are not within a normal deviation
These results are probably not that reliable.

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%      2
 66%      2
 75%      3
 80%      3
 90%      3
 95%      3
 98%      3
 99%      3
100%      3 (longest request)
```

- C. htop 스크린샷
  - 로그인 부하 시 CPU/MEM 상태

- 레시피 추천 부하 시 CPU/MEM 상태