

Bowling posture
SPLIT

presentation plan
CONTENTS

01
개요

03
측정 및 평가

05
마무리

02
시스템

04
FE & BE

01

view
개요

SPLIT

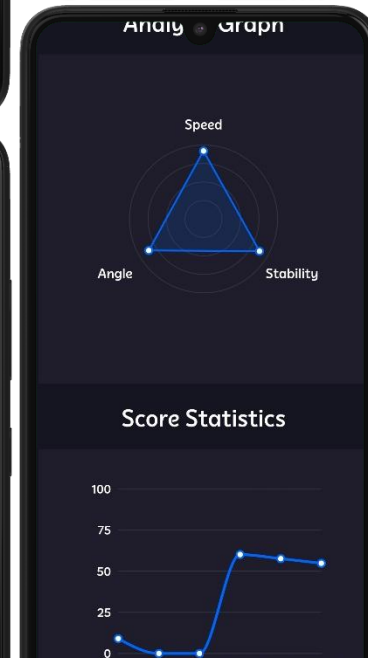
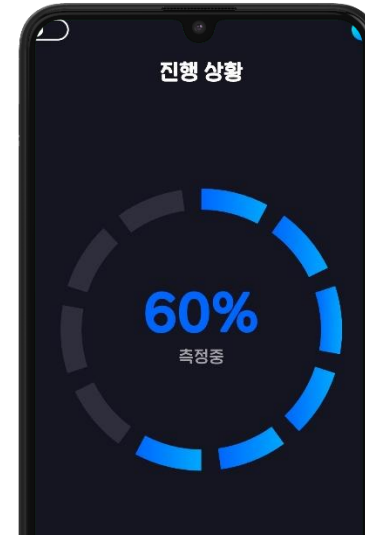
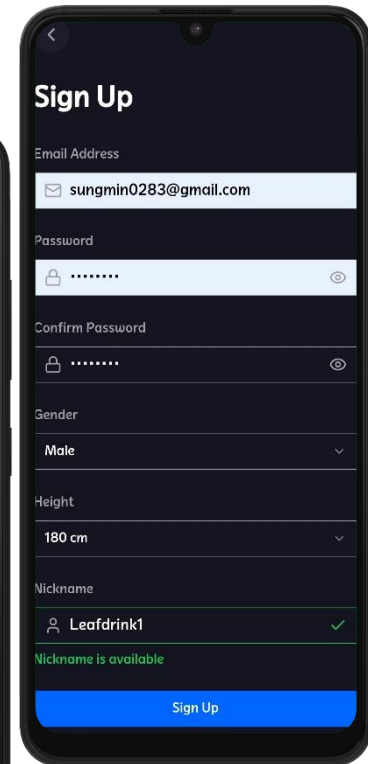
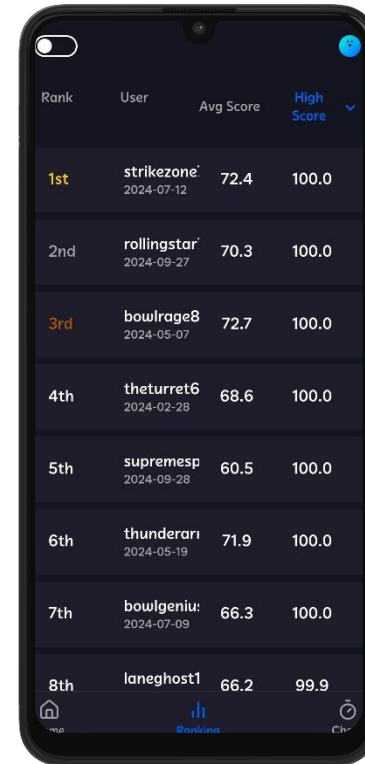
영상 처리 기반

볼링 자세 측정 및 교정시스템

평가

시각화

설치형







투구 자세
측정 & 평가



점수 시각화
&
피드백



Ranking
시스템

Preview

시연



02

system
시스템

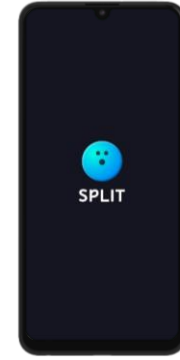
시스템 구성



아대

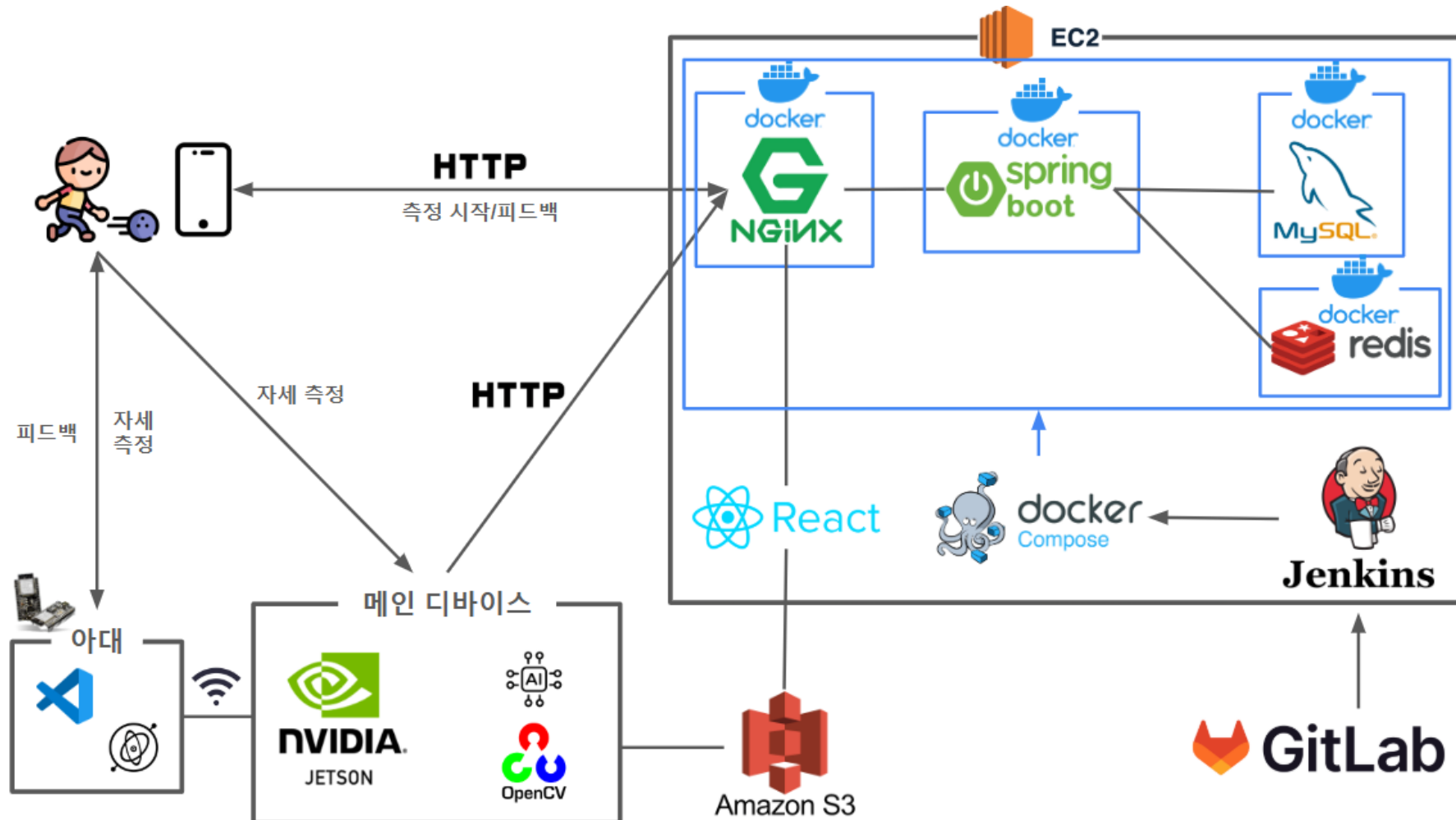


메인 디바이스



모바일웹

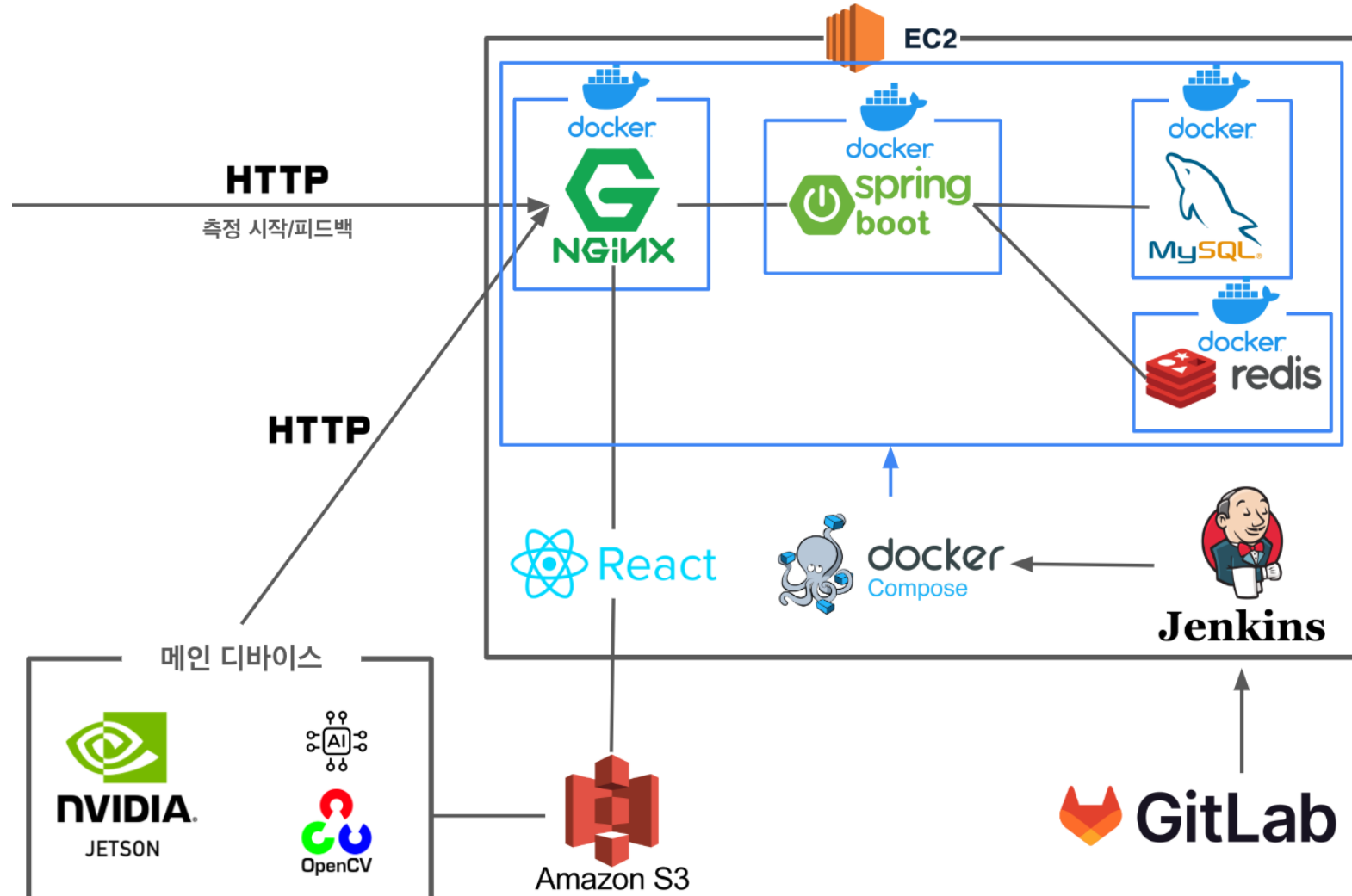
아키텍처



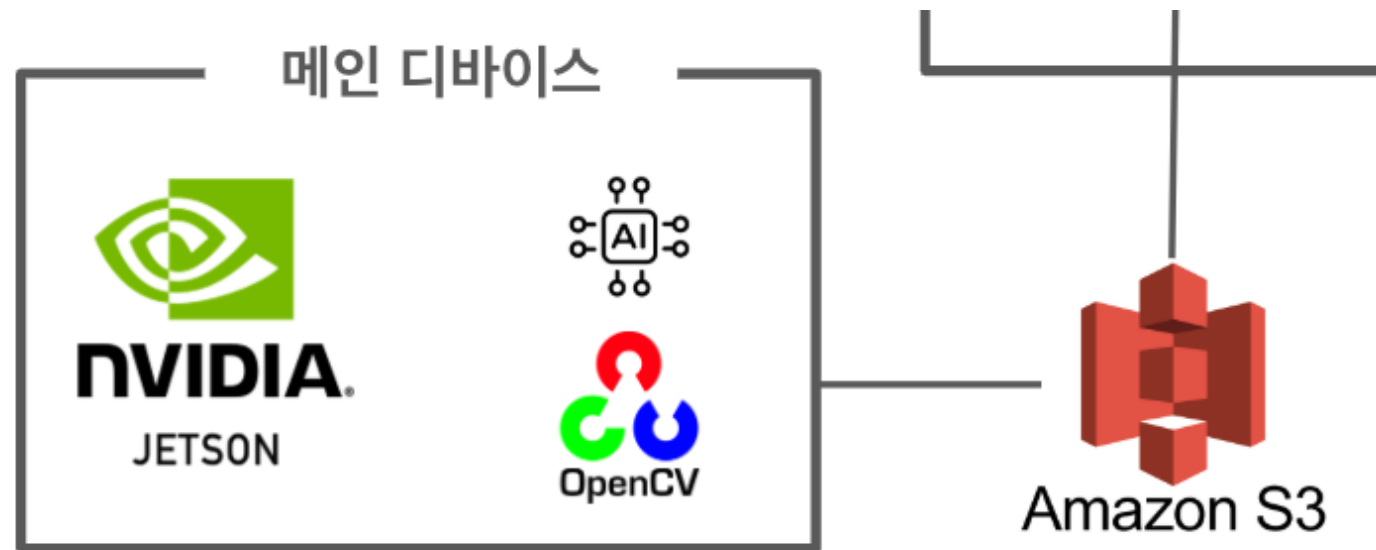
아키텍처 (아대 - 메인)



아키텍처 (메인 - 서버)



아키텍처 (메인 - S3)



03

Measurement and Evaluation

측정 및 평가

볼링 자세 요소

남자 볼링 선수들의 5스텝 & 훅 볼(Hook ball) 투구동작 시 운동학적 분석

서국웅, 손 승, 이며경*(부산대학교)

요약

본 연구는 5스텝의 훅 볼을 구사하는 엘리트 남자 선수들을 대상으로 어프로치 투구동작을 운동학적으로 분석하여 선수들에게 정확한 외재적 피드백 자료를 제공하는데 그 목적이 있다. 실험 결과는 다음과 같다. 거리요인에서 **보폭**은 E3에서 평균 66.86 ± 6.03 cm이고 E4에서는 평균 61.58 ± 7.59 cm이며, E5에서는 평균 150.53 ± 2.62 cm로 나타났다. 구간별 신체중심의 이동거리는 P2에서 평균 86 ± 6.03 cm이고 P3에서는 평균 136.29 ± 10.83 cm이며, P4에서는 평균 24.44 ± 3.341 cm로 나타났다. **신체 중심 높이**는 E1에서 평균 94.26 ± 3.37 cm이고, E3에서는 평균 85.12 ± 2.44 cm이며, E4에서는 평균 69.42 ± 3.31 cm로 나타났다. **볼의 최고 높이**는 E3에서는 평균 147.71 ± 8.53 cm로 나타났다. **시간요인**은 P2에서 평균 1.10 ± 0.01 s이고 P3에서는 평균 0.64 ± 0.03 s이며, P4에서는 평균 0.29 ± 0.051 s로 나타났다. **상지 관절 각도**는 팔꿈치에서 평균 149.77 ± 6.35 °이고, 어깨에서는 평균 64.75 ± 2.71 °로 나타났다. **하지 각도**는 ankle에서 평균 98.05 ± 5.58 °이고, knee에서는 평균 114.51 ± 3.29 °로 나타났다.

AI



팔 안정성



이동거리



하지 관절 각도



스텝 소요 시간



상지 관절 각도



보폭

아대



볼 최고 높이



팔꿈치 굽힘

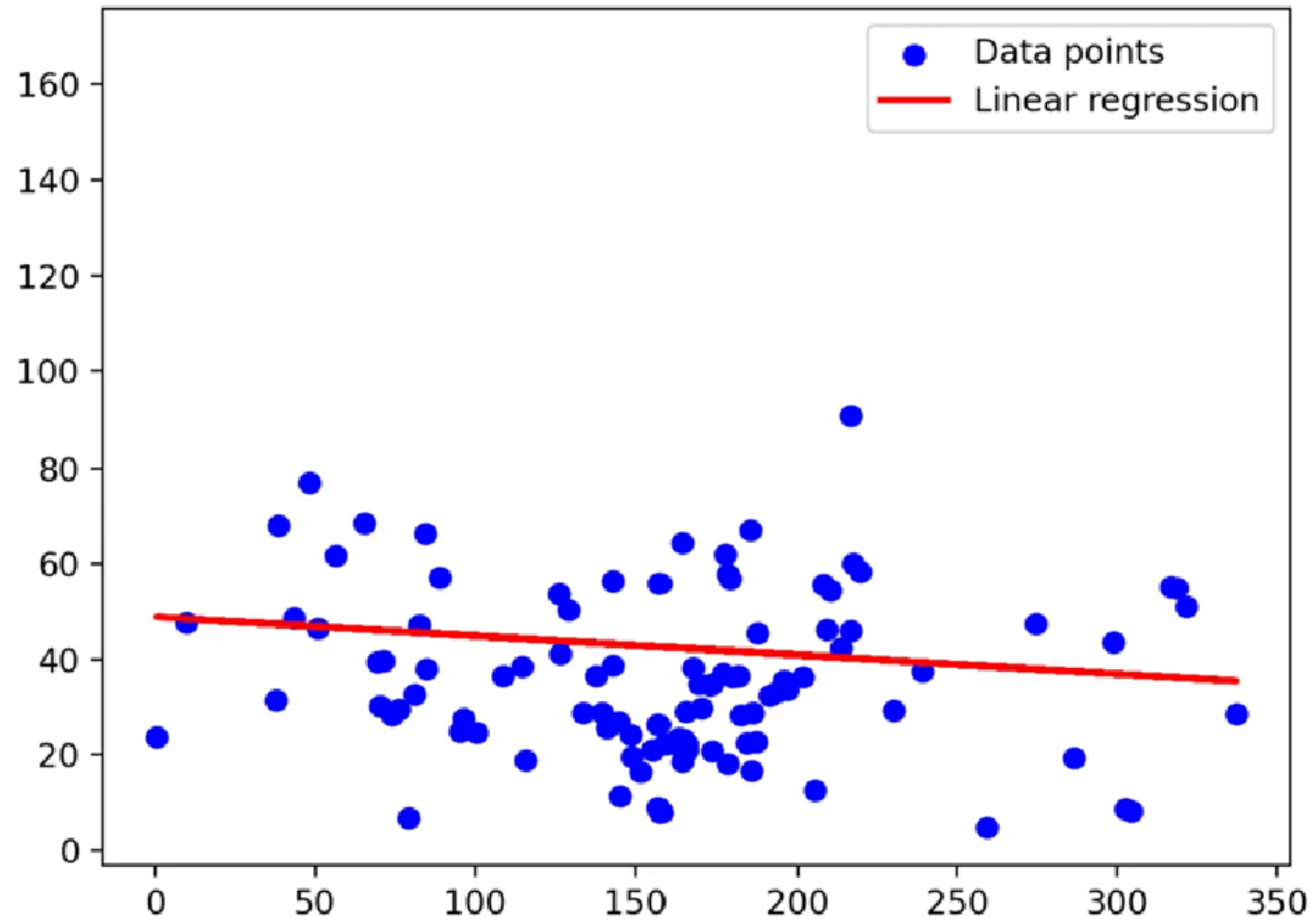


손 속도



몸통 기울임

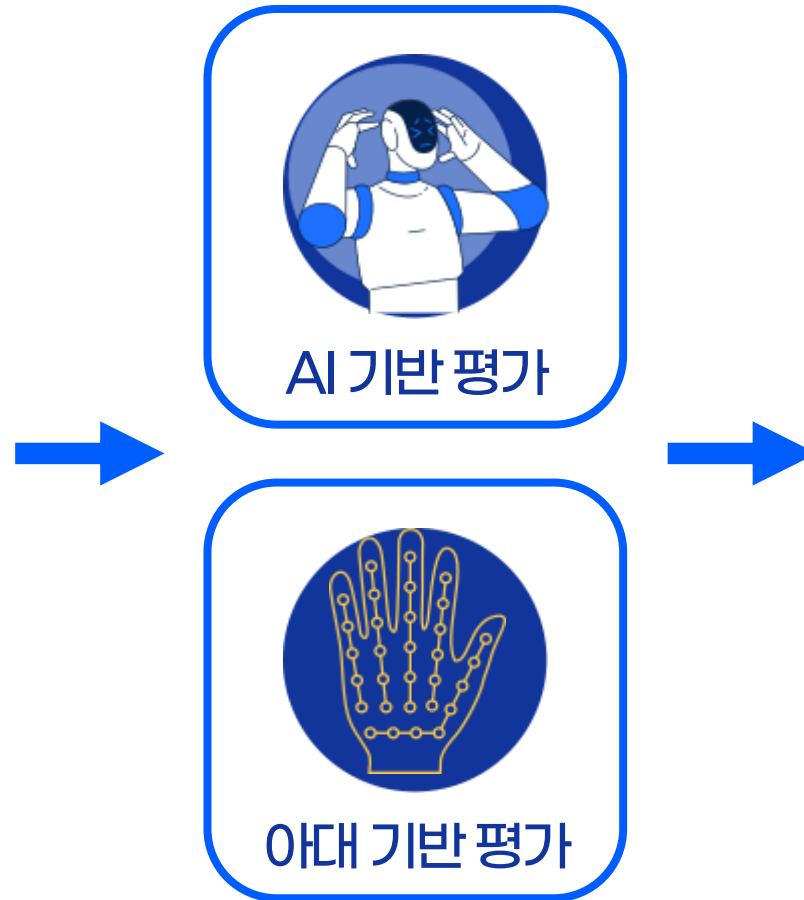
회귀 분석



측정 및 평가 구조



사용자 볼링 자세



팔을 더 들어올리세요!!

AI 측정 요소



상지 관절 각도



하지 관절 각도



몸통 기울임

AI 파이프라인

자세 판별

자세 추정

자세 평가

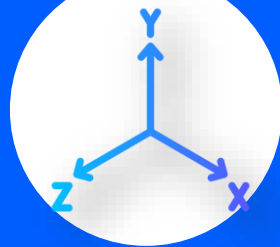
회귀 분석



사용자 영상



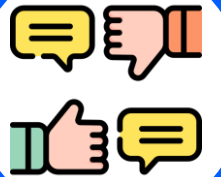
영상 파싱



자세 정보 추출



자세 점수 추출



피드백 메시지

머신러닝 모델 및 알고리즘



자세 추정



자세 판별



자세 평가



회귀 분석

학습 데이터셋 구축



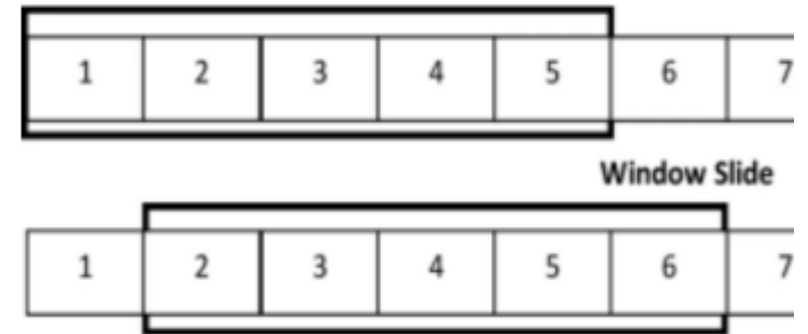
데이터 전처리



볼링 영상

```
[ [400.881  410.43817]
[ [400.881  410.43817]
[ [400.881  410.43817]
[ [400.881  410.43817]
[ [400.881  410.43817]
[ [400.881  410.43817]
[ [400.881  410.43817]
[ [400.881  410.43817]
[388.211  390.58798]
[406.16785 395.49646]
[343.81088 385.6435 ]
[397.0675  402.47617]
[283.1353  436.66364]
[391.69183 485.83224]
[256.63565 527.6456 ]
[395.61957 598.22925]
[357.21048 618.0186 ]
...
[254.79779 802.4402 ]
```

관절 좌표



시퀀스 데이터

추론 과정



CNN + LSTM

87.785515	87.68025	88.51613	87.68363	87.890915	88.57743	88.14999
88.2786	88.4938	88.4269	88.92904	88.46859	89.13986	88.88369
89.02197	89.07368	89.31573	89.3674	89.160446	89.37078	89.52388
87.785515	87.68025	88.51613	87.68363	87.890915	88.57743	88.14999
88.2786	88.4938	88.4269	88.92904	88.46859	89.13986	88.88369
89.02197	89.07368	89.31573	89.3674	89.160446	89.37078	89.52388
88.2786	88.4938	88.4269	88.92904	88.46859	89.13986	88.88369
89.02197	89.07368	89.31573	89.3674	89.160446	89.37078	89.52388
89.82434	89.643654	89.68635	89.728386	89.93156	89.8442	90.02198
90.04501	90.233	90.23029	90.1111	90.111256	90.10502	90.102745
89.90646	89.9791	89.9545	89.88689	89.908676	89.973015	89.74162
89.90646	89.9791	89.9545	89.88689	89.908676	89.973015	89.74162
89.90162	89.86244	89.7429	89.72176	89.904274	89.583115	90.09812
89.60875	89.73701	89.97105	89.89747	89.70539	89.93303	89.8129

[

“팔을 아래로 조금 더 내리세요. (18.77도)”,

“발을 더 높게 뻗으세요. (6.80도)”,

“반대쪽으로 허리를 펴세요 (21.30도)”

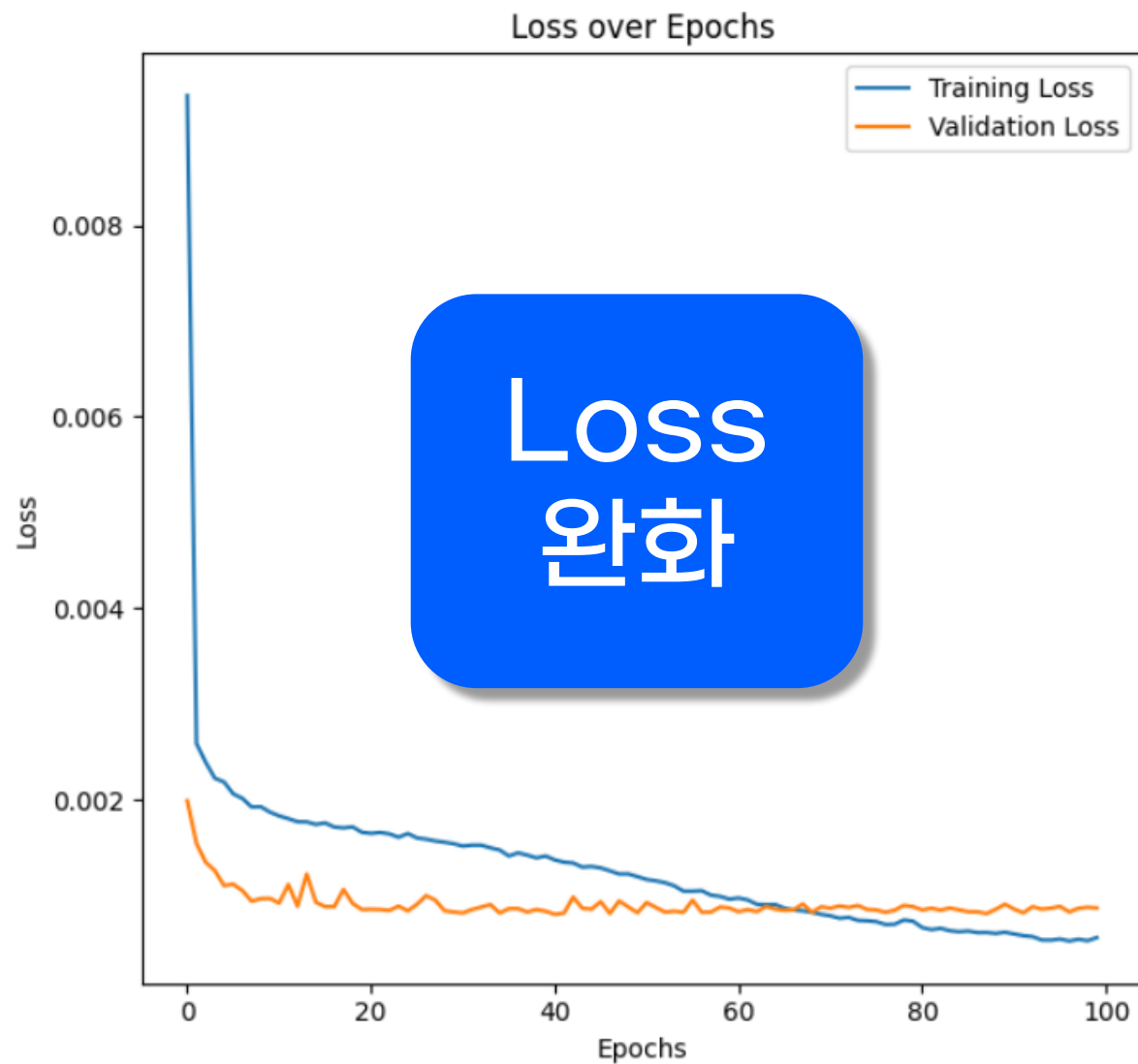
]

시퀀스 데이터

모델 학습

결과

학습 결과



평가 결과

Bowling
Accuracy: 91.1



아대 측정 요소



손 속도

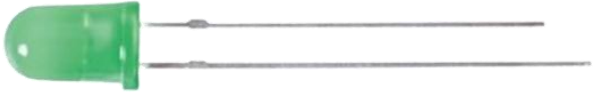


팔 안정성



팔꿈치 굽힘

LED



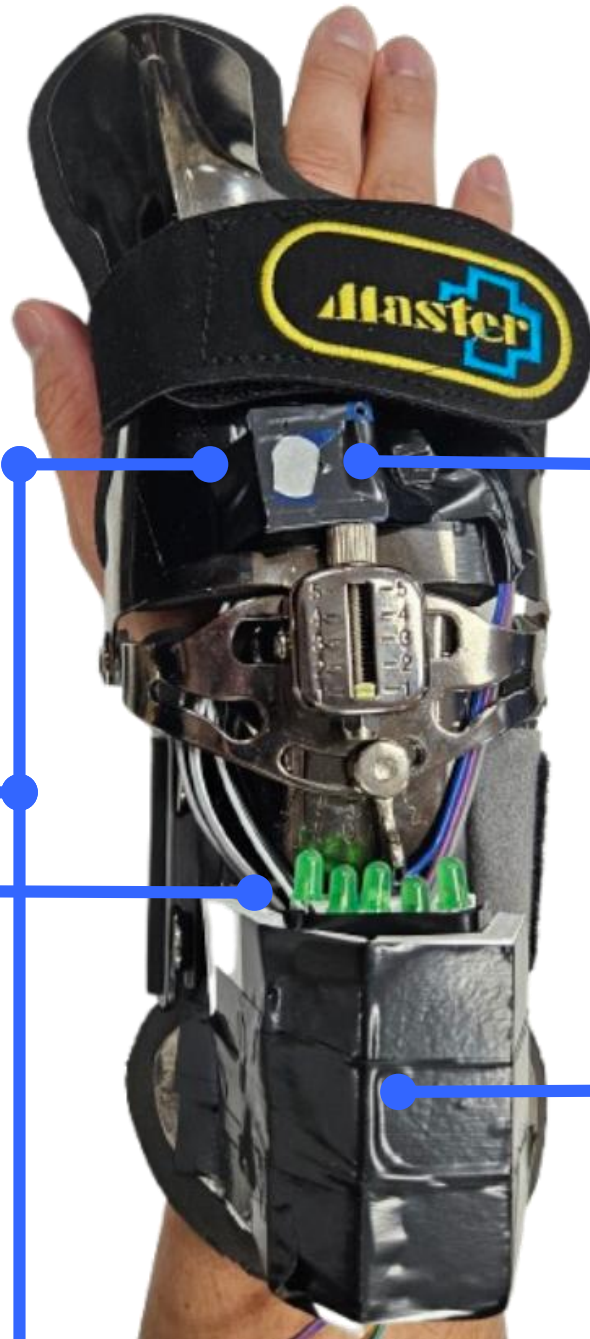
터치 센서



자이로 센서



ESP32



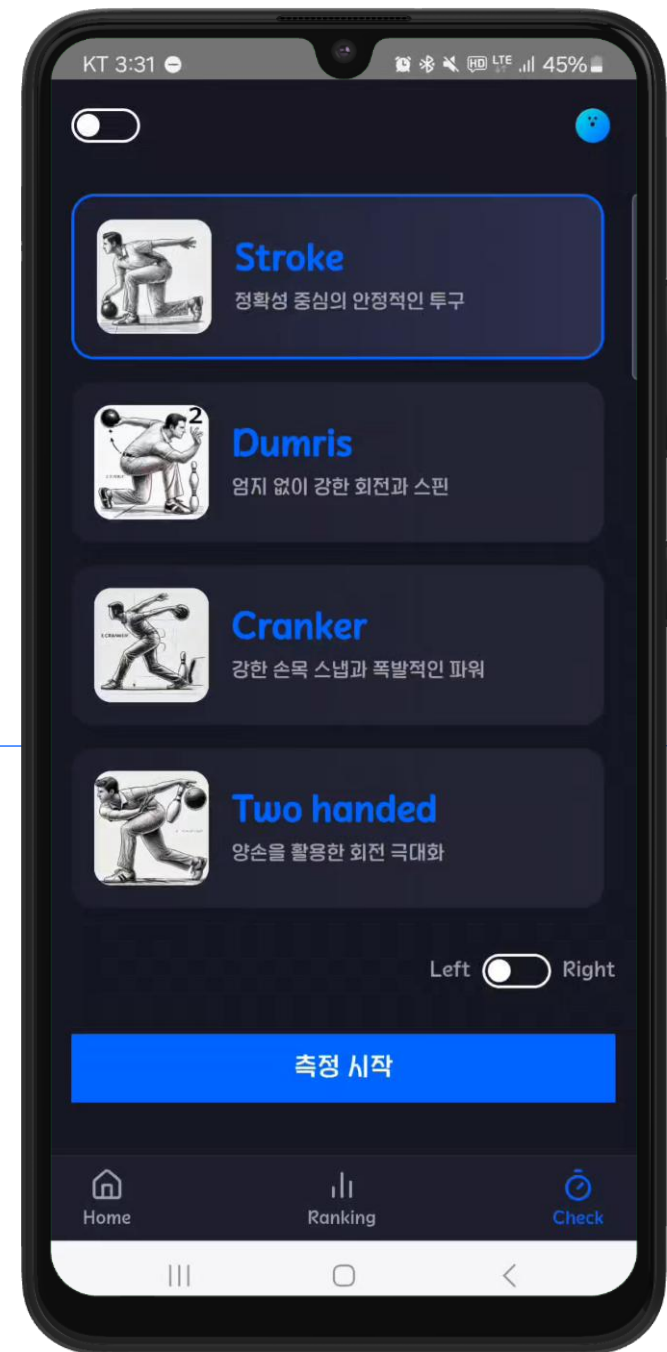
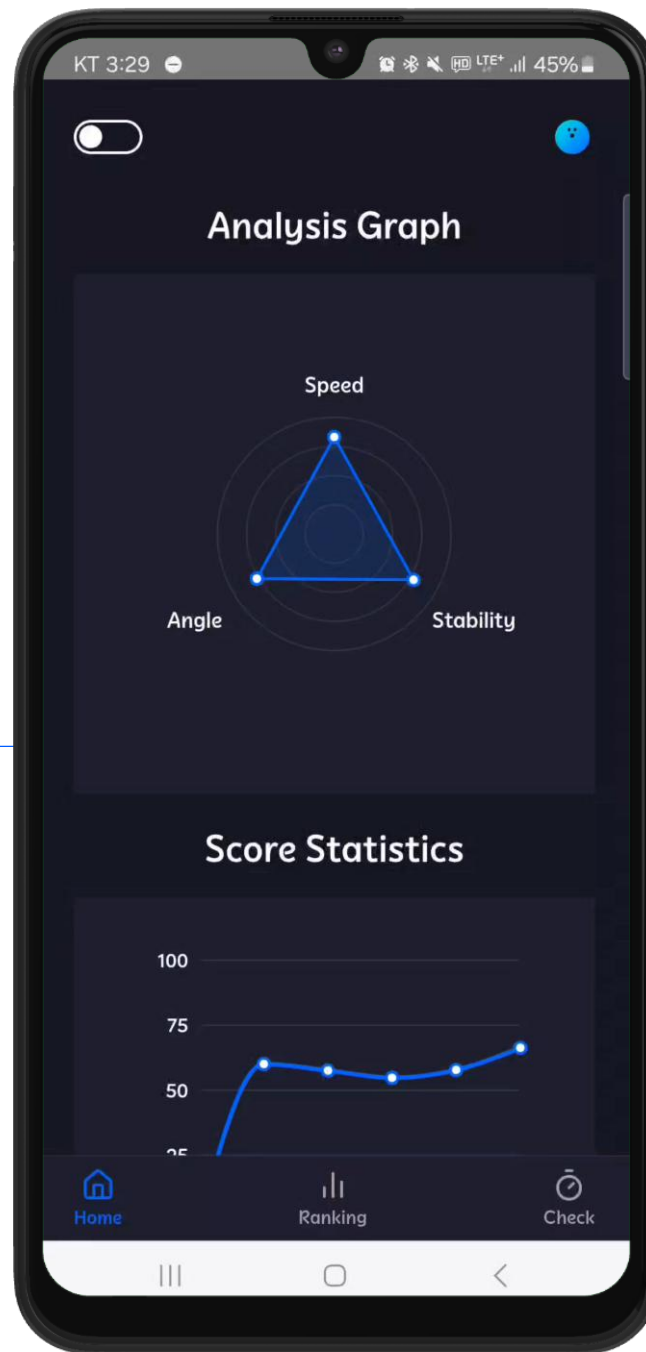
04

모바일 웹앱

UI/UX

자세 선택

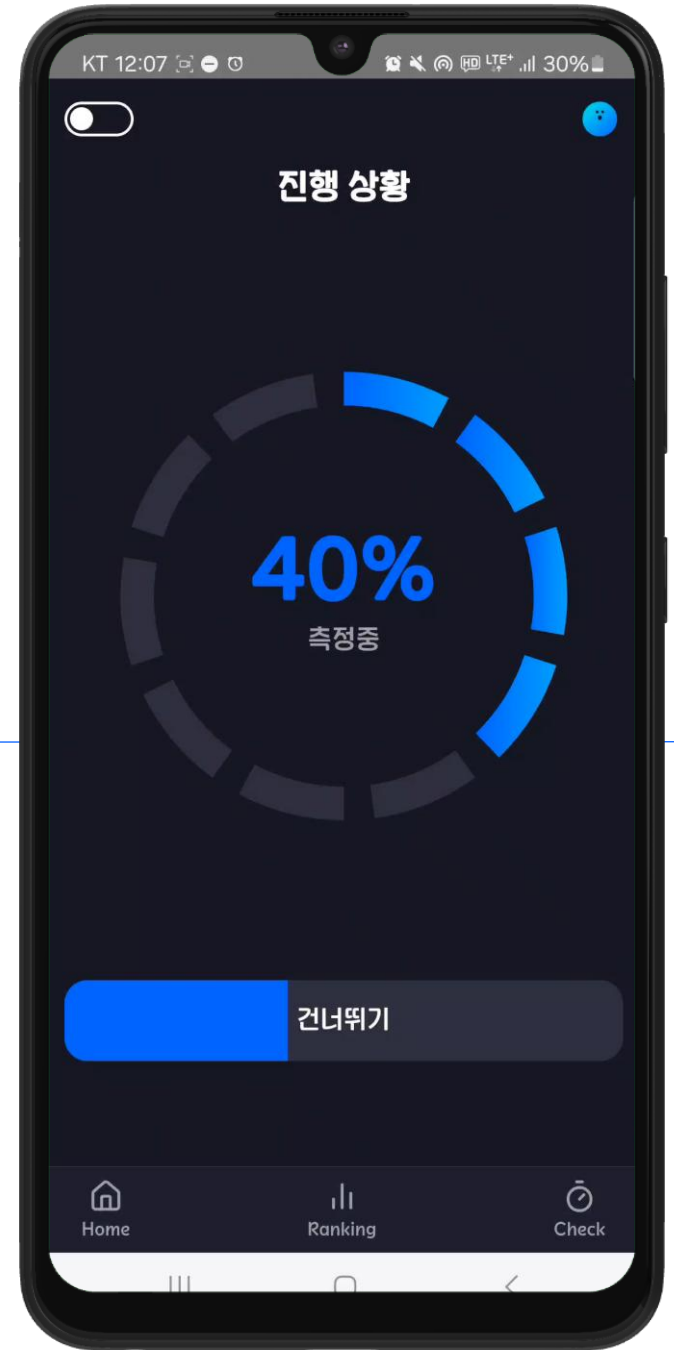
측정 시작



UI/UX

측정 과정

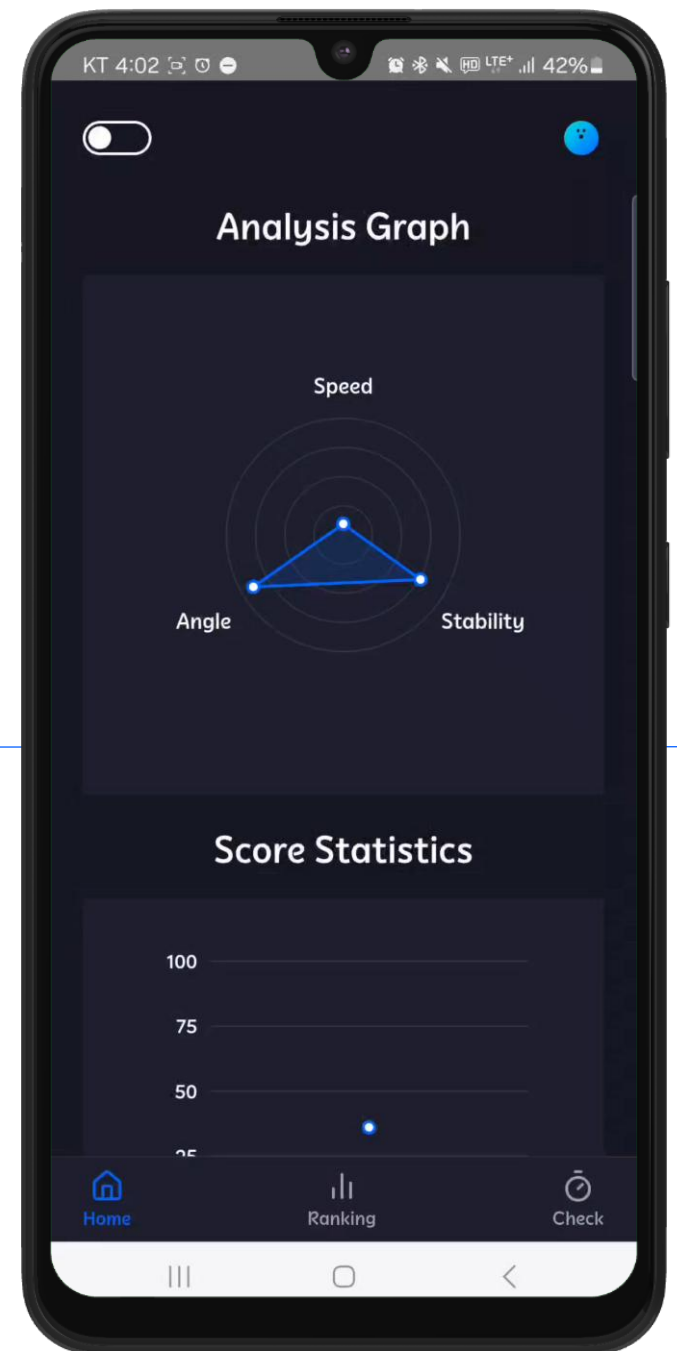
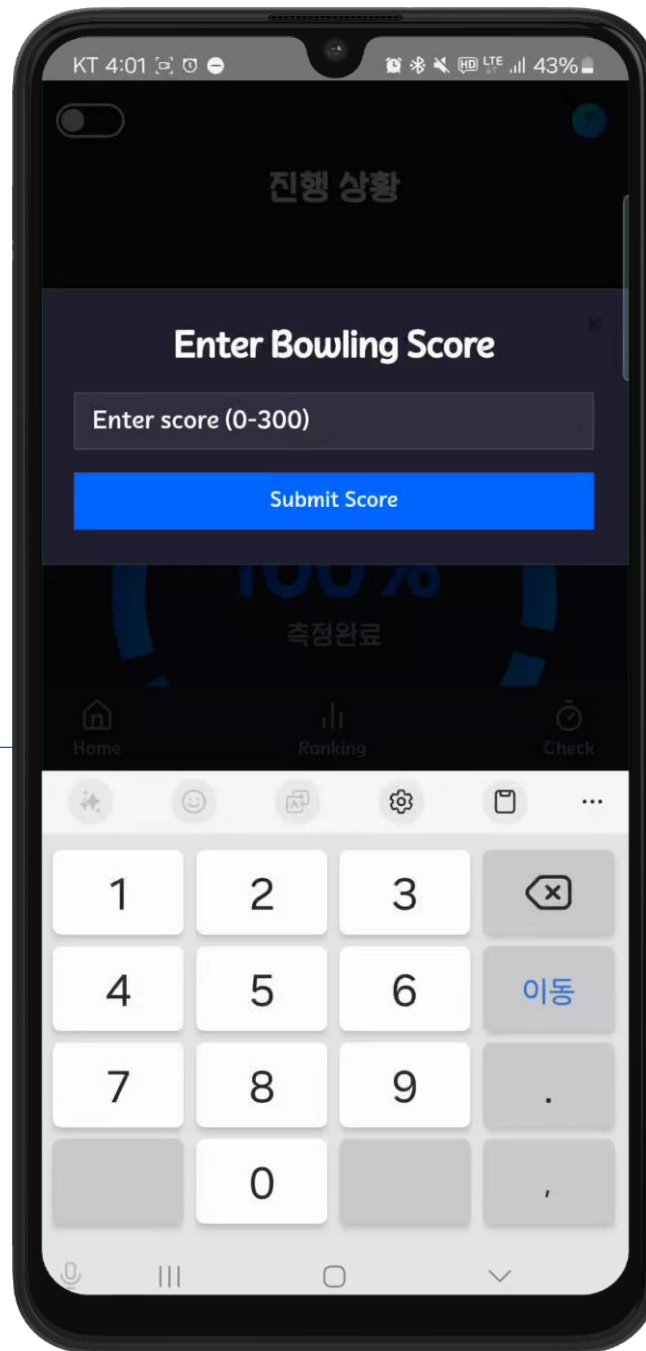
프레임 결과



UI/UX

게임 결과

랭킹 화면



랭킹 (게임 테이블)

mysql> select * from game;

id	arm_speed	arm_stability_score	elbow_angle_score	game_date	ls_skip	pose_avgscore	pose_highscore	pose_lowscore	user_id	bowling_score
1	26.14	88.28	74.98	2024-12-28 00:00:00.000000	0x01	52.27	63.81	41.52	616	248
2	38.37	57.87	59.13	2024-04-15 00:00:00.000000	0x01	36.86	69.11	3.81	3389	95
3	34.16	65.56	57.64	2024-12-19 00:00:00.000000	0x08	67.88	99.33	34.67	1391	258
4	39.72	72.72	96.32	2024-06-09 00:00:00.000000	0x08	52.36	98.16	6.57	1966	122
5	32.47	83.21	98.71	2024-07-16 00:00:00.000000	0x01	48.13	54.91	41.36	3893	231
6	21.14	86.83	83.68	2024-08-28 00:00:00.000000	0x01	53.93	89.41	18.45	3128	258
7	33.18	76.88	51.84	2024-06-26 00:00:00.000000	0x01	63.33	88.58	46.15	357	146
8	28.78	88.33	74.26	2024-10-31 00:00:00.000000	0x08	36.88	72.15	1.44	4616	249
9	29.27	85.33	83.31	2024-10-18 00:00:00.000000	0x01	55.58	89.58	21.58	4998	111
10	31.85	67.13	73.86	2024-09-28 00:00:00.000000	0x08	58.23	78.84	22.42	9	257
11	38.35	76.73	66.58	2024-12-07 00:00:00.000000	0x08	67.61	87.31	47.91	3744	235
12	24.26	94.44	92.13	2024-01-17 00:00:00.000000	0x08	58.83	89.88	18.99	3839	129
13	31.77	58.55	84.69	2024-04-16 00:00:00.000000	0x01	56.89	63.11	49.86	2955	112
14	31.35	78.78	99.87	2024-07-27 00:00:00.000000	0x08	42.86	76.18	7.93	2864	269
15	27.96	72.83	57.53	2024-12-22 00:00:00.000000	0x01	37.88	68.47	5.53	738	181
16	23.98	92.15	93.92	2024-01-13 00:00:00.000000	0x01	46.95	69.12	24.78	1951	198
17	37.31	57.99	98.78	2024-04-23 00:00:00.000000	0x01	37.84	54.47	21.28	216	188
18	22.11	78.43	88.94	2024-05-18 00:00:00.000000	0x01	47.73	82.81	12.65	167	288
19	28.18	95.52	57.28	2024-02-06 00:00:00.000000	0x08	68.88	91.18	28.91	4179	284
20	23.67	51.85	88.58	2024-09-01 00:00:00.000000	0x08	66.86	95.98	37.82	3856	75
21	32.29	61.18	66.84	2024-06-25 00:00:00.000000	0x01	57.25	88.67	33.82	4398	232
22	22.72	79.42	56.53	2024-10-08 00:00:00.000000	0x01	48.86	84.19	11.93	3922	128
23	34.13	53.63	54.94	2024-04-21 00:00:00.000000	0x01	48.98	65.76	16.19	356	289
24	33.94	65.88	92.12	2024-01-18 00:00:00.000000	0x01	41.95	81.69	2.21	4881	168
25	26.88	87.73	58.94	2024-11-01 00:00:00.000000	0x08	55.16	81.78	28.62	3789	285
26	29.57	68.89	63.18	2024-01-28 00:00:00.000000	0x08	54.16	73.91	34.41	3933	217
27	27.58	62.38	64.88	2024-09-13 00:00:00.000000	0x01	36.49	55.15	17.84	2469	195
28	29.56	76.85	87.82	2024-05-18 00:00:00.000000	0x01	54.63	87.32	21.94	4758	291
29	29.28	94.95	61.82	2024-05-28 00:00:00.000000	0x01	58.85	72.88	28.81	573	298
30	25.28	56.98	88.67	2024-05-07 00:00:00.000000	0x08	48.69	52.77	44.61	736	135

랭킹 (성능 향상)



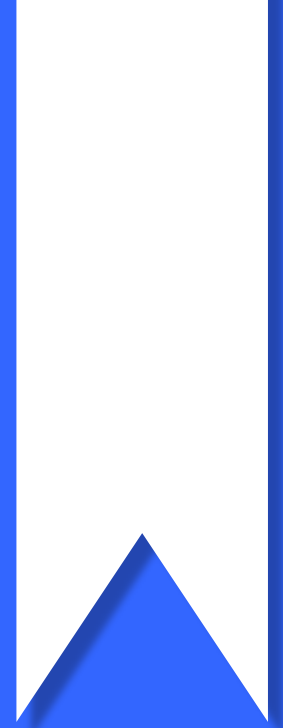
스프링 배치 & 스케줄러

요약 테이블

랭킹 (데이터 수)

전체 데이터 수	배치 없이 조회 시간(ms)	배치 후 조회 시간(ms)	성능 향상 비율
1000	365	30	12.17
10000	283	18	15.72
100000	2172	22	98.73
300000	20322	137	148.34

Result
시연 결과



05

The end

마무리

개선점



AI

모델 추론 속도



서비스

더 많은 자세 선택

Q&A

질의 응답

