

2021.06.18(금)

나샷!

나만의 SI골프 코치

EverySports팀

동국대학교 컴퓨터공학과 정의정(2017112137)

Agenda

- 1 프로젝트 개요
- 2 요구사항 및 상세설계
- 3 UI/UX 설계
- 4 아키텍처 설계
- 5 기대효과 및 계획



골프 자세 분석 파이프라인 모델 경량화 연구

(On-device AI)

프로젝트 개요

골프
레슨

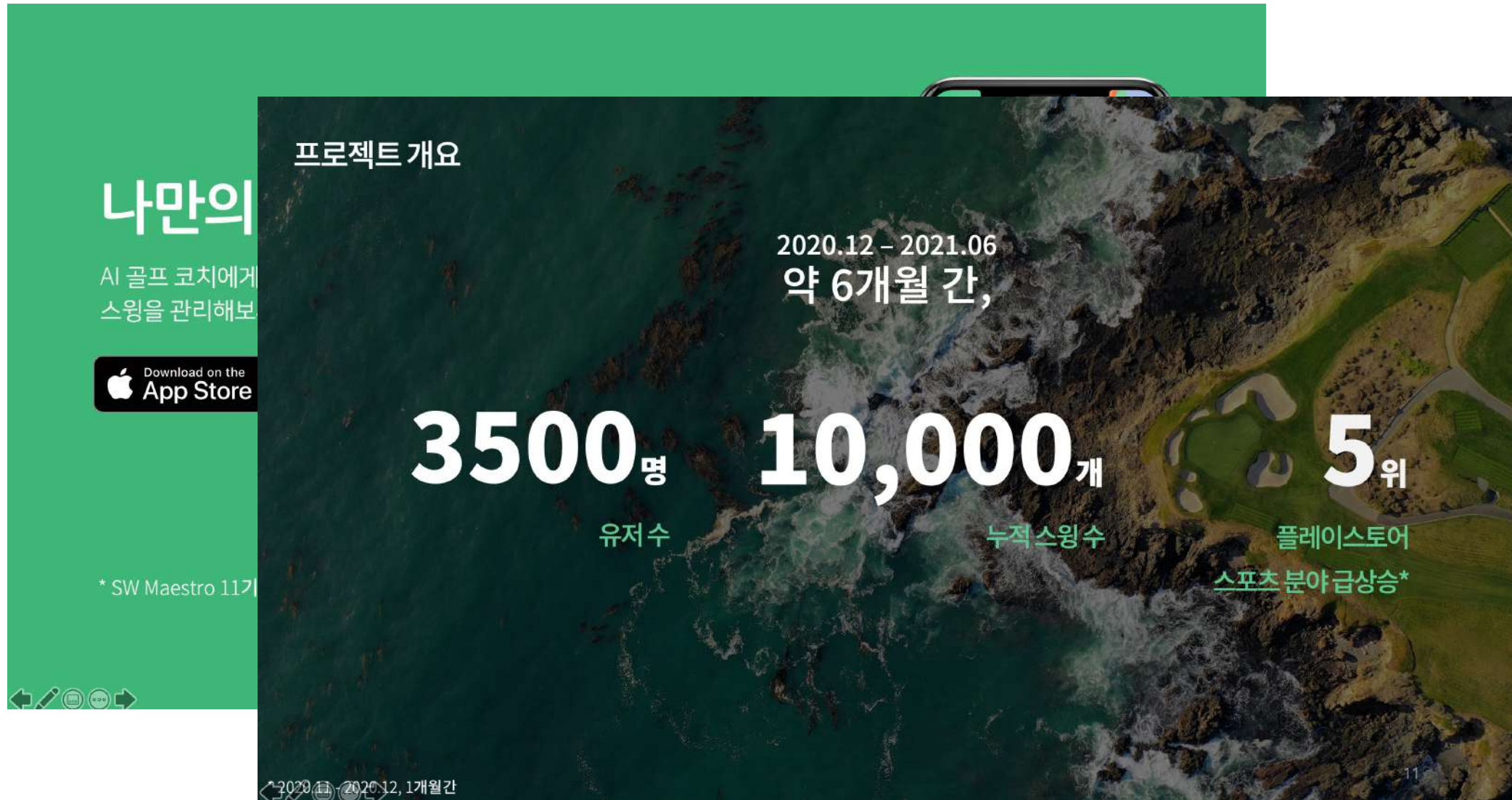
매번 코치가
옆에 있을 수는 없다!

비용, 시간, 공간적 한계로
꾸준한 코칭 유지가 쉽지 않음



혼자서도 골프를
배울 수는 없을까?

프로젝트 개요



프로젝트 개요



문제점 정리

업무기능	요구사항
모델 서빙/앱 서빙 시스템 개발	MLOps 적용
모델 서빙/앱 서빙 시스템 개발	도커 패키징(배포 자동화)
모델 서빙/앱 서빙 시스템 개발	실시간 logging system
모델 서빙/앱 서빙 시스템 개발	Load balancer system 설계
모델링	모델링 고도화
모델링	모델 경량화 및 on-device
서비스 관리	스윙 실패 자동 재전송
테스트	Stress test

서버 1대의 동시 유저 커버리지가 낮고 서버 비용이 많이 든다.
서버 1대의 유저 커버리지를 최대화하고 싶다.

모델링으로 최적화할 수 있는 방안 마련하고자 한다.
현재 On-device의 스윙 시작 감지 모델이 사용되는데
스윙 분석 파이프라인(또는 일부)을 디바이스로 이전하고 싶다.

서빙 과정에서 누락이 있거나,
비디오 리시버가 꺼지면 문제가 생긴다.
서버에서 일어날 수 있는 문제를 대비하고자 한다.

프로젝트 주제 정립

모델 서빙, 모델링, 서비스 관리 측면에서 가장 문제되는 지점은 비용이다.



유저 수에 따라 비용이 비례해서 증가하기 때문에,
서비스를 최적화하는 방법을 고려한다.



1. MLOps 적용하여 아키텍처 정립 및 최적화
2. 디바이스 내 모델 임베딩(모델 경량화)

주제 제안

골프 자세 분석 파이프라인 모델 경량화 연구(On-device AI)

사용자가 원하는 장소에서 골프 연습 시 자세 분석을 받을 수 있도록 하며,
서비스 운영자가 서비스 운영 비용 최소화한다.

2

요구사항 및 상세설계



요구사항

골프 자세 분석 파이프라인 모델 경량화 연구(On-device AI)

- 앱 내 모델 구동
- 모델링 고도화
- 모델 경량화
- 정확도 검증
- 기기 별 속도 테스트

요구사항 및 분류

업무기능	요구사항	설명
인터페이스	앱 내 모델 구동	Flutter framework에서 카메라와 모델을 동시에 구동할 수 있는 방안 리서치 및 설계한다. 스윙 감지부와 스윙 분석부를 분할하여 모바일에서의 부하가 크지 않도록 인터페이스를 설계한다.
모델링	자세 추출부 모델링	파이프라인 내 자세 추출부의 최적화 작업을 진행한다.(모델링 고도화)
모델링	자세 분류부 모델링	파이프라인 내 자세 분류부의 최적화 작업을 진행한다.(모델링 고도화)
성능	정확도 검증	경량화 모델의 정확도를 검증한다.
성능	기기 별 속도 테스트	기기 별 사용자가 연습할 때 사용할 수 있는 수준인지 속도 테스트를 진행한다.

상세 설계

1. 인터페이스 개발 [SIR_001]

- 앱 내 모델 구동

2. 모델링 고도화 [SFR_001]

- 자세 추출부 모델링
- 스윙 자세 분류부 모델링

3. 성능 테스트 [PER_001]

- 정확도 검증
- 처리 속도 검증

요구 기능 설명

1. 인터페이스 [SIR-001]

앱 내 모델 구동 기능	
정의	크로스 플랫폼 프레임워크인 Flutter에서 <u>카메라와 모델을 동시에 구동</u> 한다. <u>스윙 감지부와 스윙 분석부를 분할</u> 하여 모바일에서의 부하가 크지 않도록 인터페이스를 설계한다.
상세 설명	<p>현재 모바일에서 구동되는 방식은 posenet 모델로 스윙의 시작을 감지해, 7초 동안 녹화를 진행한 다음 서버로 분석을 보내는 방식이다.</p> <p>[스윙 감지부]</p> <p>본 과제에서 <u>카메라 프리뷰</u>에 들어오는 이미지 스트림을 <u>경량화된 모델을 이용해 추론</u>하고, <u>스윙 자세를 분류</u>한다. 분류된 자세에서 시작과 끝을 파악해 <u>스윙을 자르고</u>, 이미지 스트림을 <u>비디오로 저장</u>하도록 한다.</p> <p>[스윙 분석부]</p> <p>비디오로 저장된 스윙은 애플리케이션의 보관함 탭에서 확인할 수 있으며, 해당 스윙을 클릭 시, 스윙 분석을 진행하도록 한다.</p>

요구 기능 설명

2. 모델링 고도화 [SFR-001]

자세 추출부 모델링	
정의	골프 자세 분석 파이프라인의 자세 추출부의 모델링을 수행한다.
상세 설명	본 모델링 단계에서는 <u>3D Human Pose Estimation(HPE) 기술</u> 을 이용하여 <u>모델링 고도화를 수행</u> 한다. 이 때 출력되는 키 포인트는 17개의 관절로 이루어진 COCO Format으로 정의한다. 또한 디바이스 탑재를 위해 12MB + alpha 만큼의 용량으로 구성한다. Backbone과 모델링 방법의 선택 기준은 기존 모델의 성능을 정리한 뒤, 기존 모델보다 파라미터 수가 적은 모델로 선택한다. 이는 자체적인 기술 확보와 경량화를 위한 커스터마이징이 가능하다는 장점이 있다.

요구 기능 설명

2. 모델링 고도화 [SFR-002]

스윙 자세 분류부 모델링	
정의	골프 자세 분석 파이프라인의 스윙 자세 분류부의 모델링을 수행한다.
상세 설명	본 모델링 단계에서는 기존의 모델 학습 방식인 <u>거리 학습(Metric Learning)</u> 방법에서 각각의 샘플이 아닌 전체 샘플을 학습 시 전부 반영할 수 있는 <u>대조 학습(Contrastive Learning) 방법</u> 을 이용하여 학습을 수행한다. 모델 구조 또한 기존 MLP 방식에서 레이어를 줄이는 방향으로 학습을 수행하여 파라미터를 최소화한다.

요구 기능 설명

3. 성능 [GEN-001]

정확도 검증	
정의	경량화 모델의 정확도를 검증한다.
상세 설명	골프 자세 분석 파이프라인의 자세 추출부의 정확도를 검증한다. 이때 정확도에 대한 지표로 <u>MPJPE(Mean Per Joint Position Error)</u> 를 사용한다. 또한 자세 단계 분류 과정에서 분류 <u>정확도(Accuracy)</u> 지표를 이용하여 검증한다.

요구 기능 설명

3. 성능 [SPD-001]

기기 별 속도 테스트	
정의	기기 별 속도 테스트를 진행한다.
상세 설명	속도에 대한 지표로 <u>throuput(fps)</u> 과 <u>latency</u> 를 계산한다. 기기는 <u>android 기종 2대와 ios 기종 2대</u> 를 실험한다. 속도 테스트는 파이프 라인의 각 단계에서의 병목 지점을 확인하기 위해 5단계 별도로 속도 테스트를 진행한다. 또한 전체 모델의 기기 별 속도 테스트도 포함한다.

3

UI/UX 설계



UI/UX 설계

골프 자세 분석 서비스

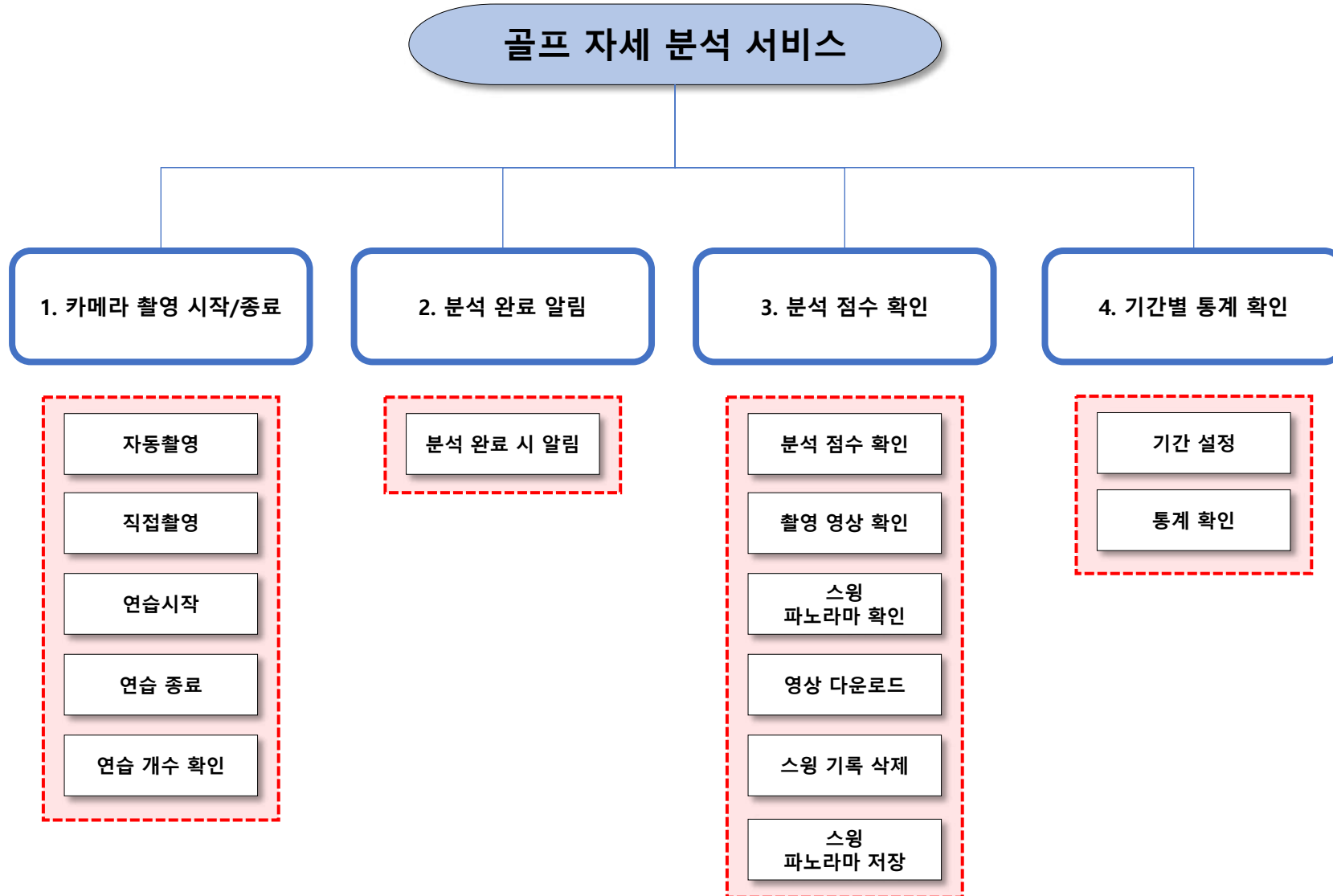
1. 카메라 촬영 시작/종료

4. 기간별 통계 확인

2. 분석 완료 알림

3. 분석 점수 확인

UI/UX 설계



UI/UX 설계

Screen Name	0-1. 로그인 화면	문서명	나샷UI/UX 시나리오
Screen Path	Log in	Version	0.1

Description	
1	Auth 로그인(kakao)



Screen Name	0-2. 시작페이지	문서명	나샷UI/UX 시나리오
Screen Path	Home	Version	0.1

Description	
1	사용자가 로그인 후 보는 시작 페이지
2	실시간 연습/사전점 분석 선택
3	실시간 연습 선택
4	연습 결과 확인 탭



0-1. 로그인 화면

0-2. 시작 페이지

1-1. 연습하기 화면 페이지

2-1. 분석 완료 알림

3-1. 분석 페이지

3-2. 분석 페이지 스윙 삭제/저장 화면

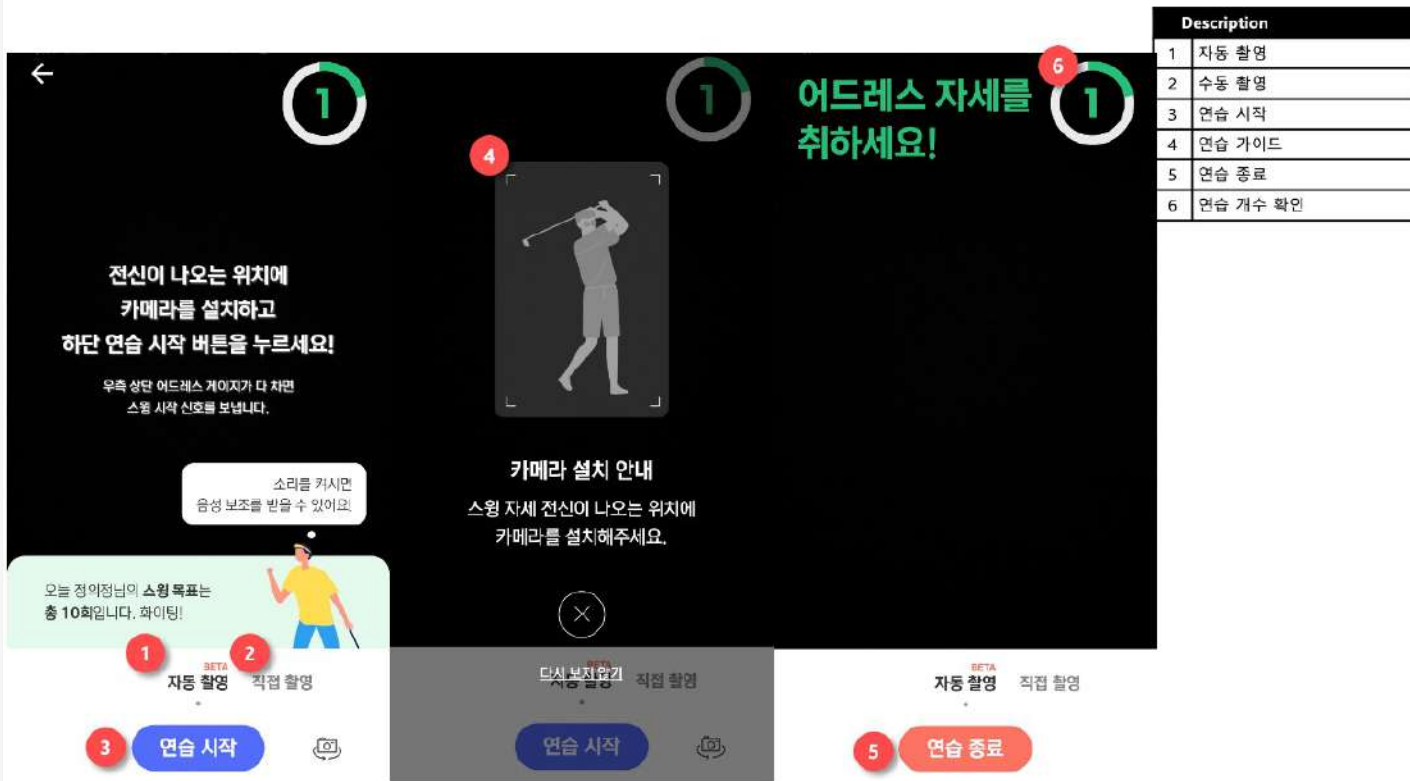
4-1. 기간별 통계 확인

5-1. 동영상 추천

6-1. 장비 추천

UI/UX 설계

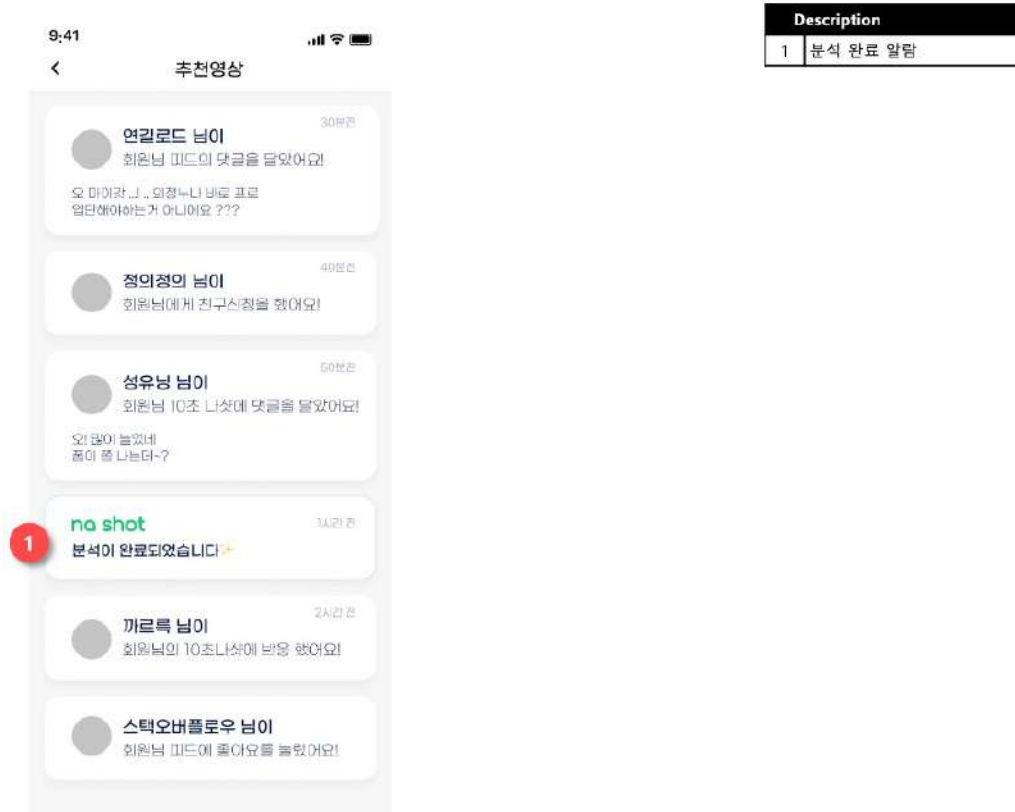
Screen Name	1-1. 연습하기 화면 페이지	문서명	나샷!UI/UX 시나리오
Screen Path	Practice	Version	0.1



- 0-1. 로그인 화면
- 0-2. 시작 페이지
- 1-1. 연습하기 화면 페이지
- 2-1. 분석 완료 알림
- 3-1. 분석 페이지
- 3-2. 분석 페이지 스윙 삭제/저장 화면
- 4-1. 기간별 통계 확인
- 5-1. 동영상 추천
- 6-1. 장비 추천

UI/UX 설계

Screen Name	2-1. 분석 완료 알림	문서명	나샷!UI/UX 시나리오
Screen Path	alert	Version	0.1



- 0-1. 로그인 화면
- 0-2. 시작 페이지
- 1-1. 연습하기 화면 페이지
- 2-1. 분석 완료 알림**
- 3-1. 분석 페이지
- 3-2. 분석 페이지 스윙 삭제/저장 화면
- 4-1. 기간별 통계 확인
- 5-1. 동영상 추천
- 6-1. 장비 추천

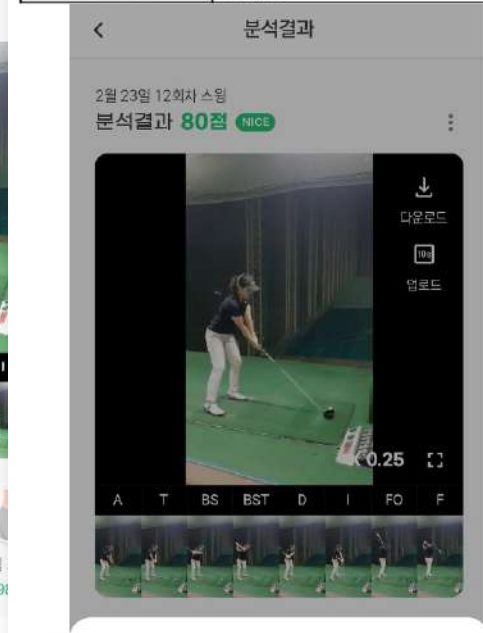
UI/UX 설계

Screen Name	3-1. 분석 페이지	문서명	나셋UI/UX 시나리오
Screen Path	analysis	Version	0.1

Description	
1	브서 점스 환이

Screen Name	3~2. 분석 페이지 스윙 식재/저장 화면	문서명	나샷UI/UX 시나리오
Screen Path	analysis	Version	0.1

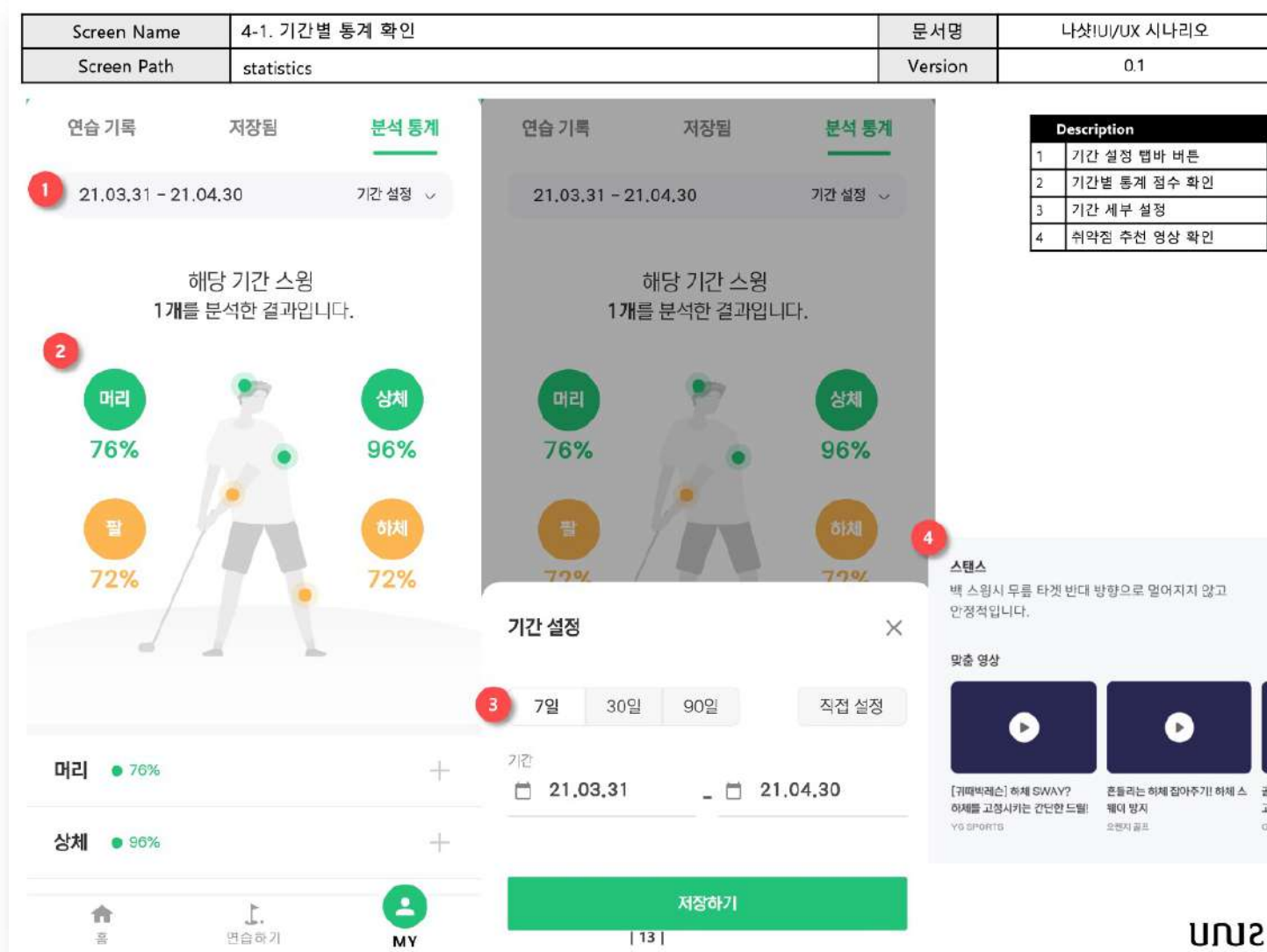
Description	
1	스윙 기록 삭제
2	스윙 영상 저장
3	스윙 파노라마 저장



- 1  스윙 기록에서 삭제
- 2  스윙 영상 저장
- 3  스윙 파노라마 저장

- 0-1. 로그인 화면
- 0-2. 시작 페이지
- 1-1. 연습하기 화면 페이지
- 2-1. 분석 완료 알림
- 3-1. 분석 페이지
- 3-2. 분석 페이지 스윙 삭제/저장 화면
- 4-1. 기간별 통계 확인
- 5-1. 동영상 추천
- 6-1. 장비 추천

UI/UX 설계



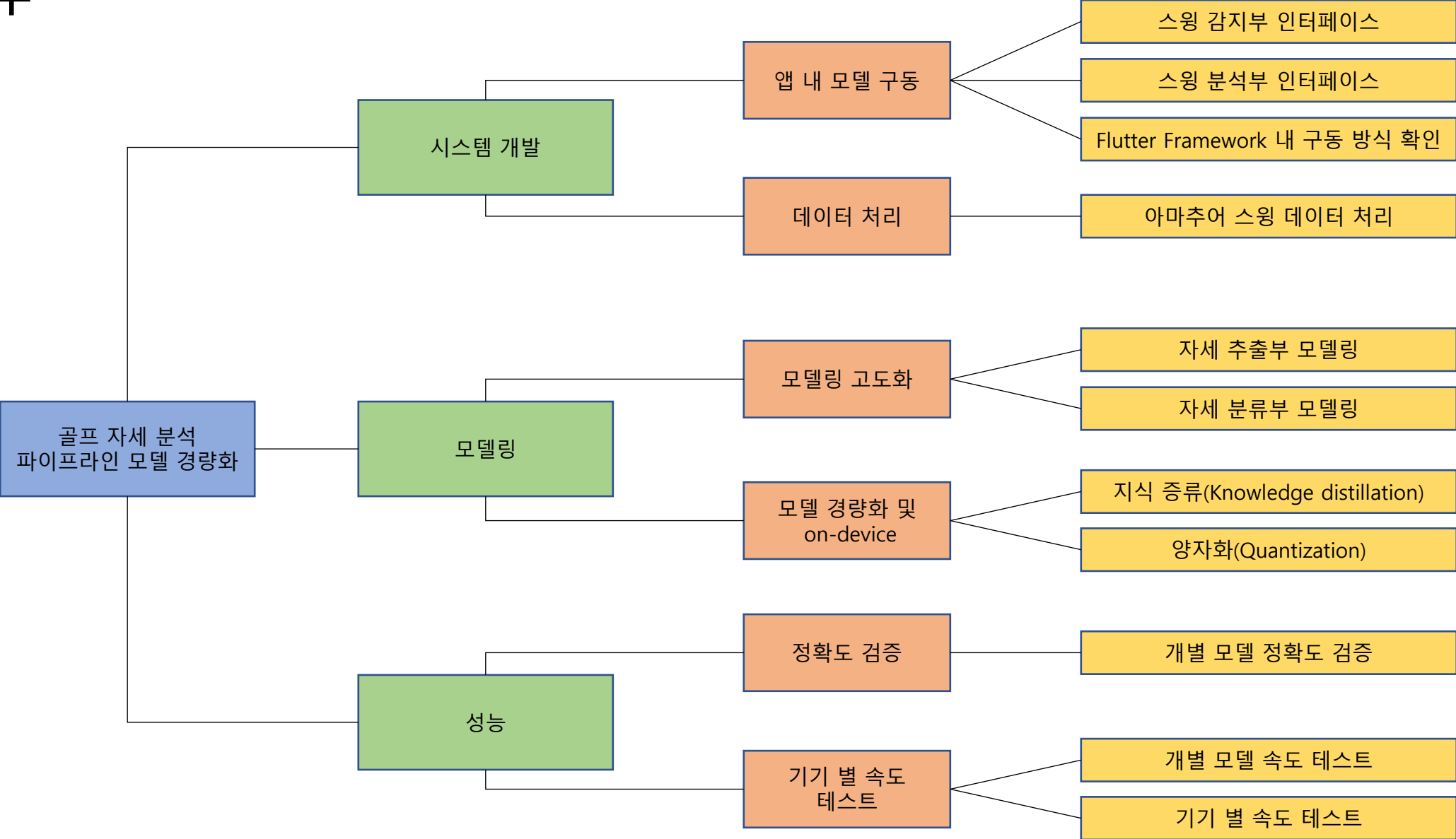
- 0-1. 로그인 화면
- 0-2. 시작 페이지
- 1-1. 연습하기 화면 페이지
- 2-1. 분석 완료 알림
- 3-1. 분석 페이지
- 3-2. 분석 페이지 스윙 삭제/저장 화면
- 4-1. 기간별 통계 확인**
- 5-1. 동영상 추천
- 6-1. 장비 추천

4

아키텍처 설계



목적나무



인터페이스 개발

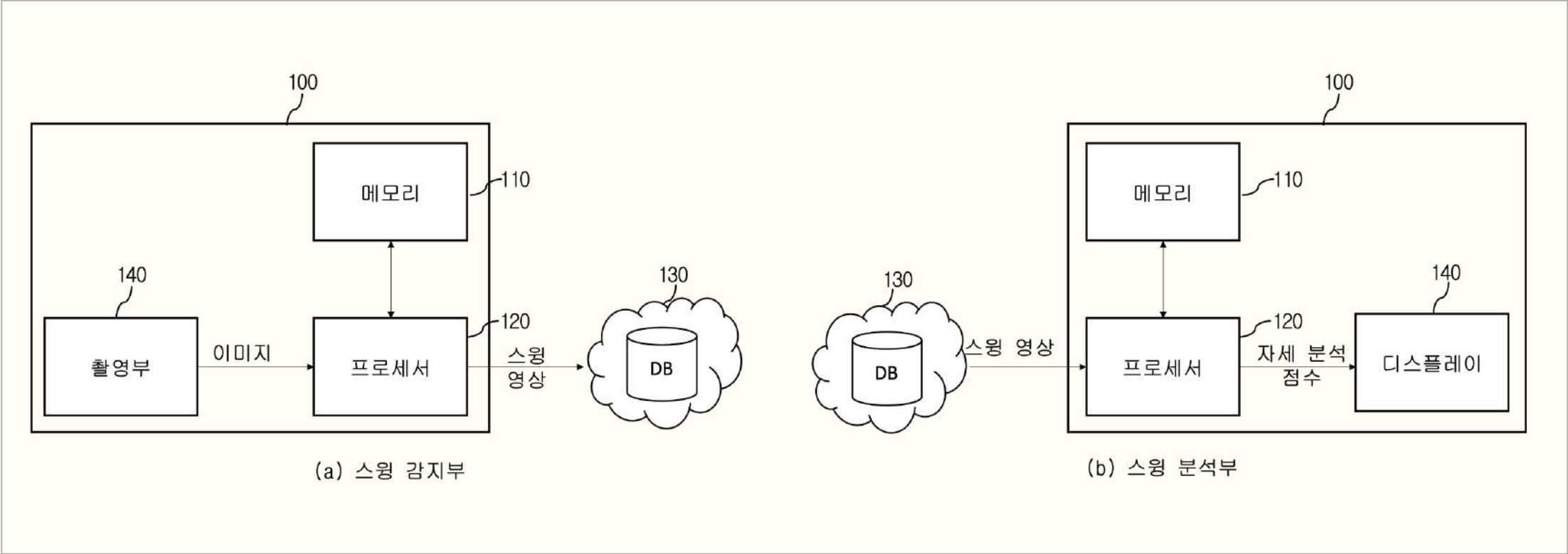
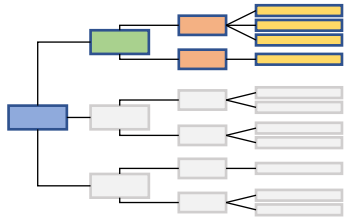
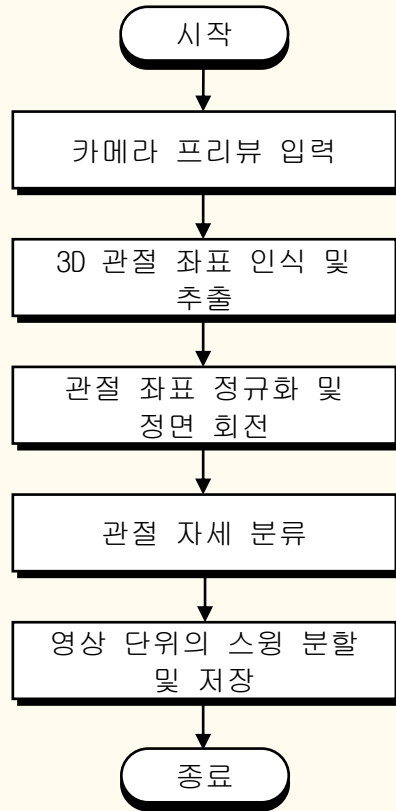
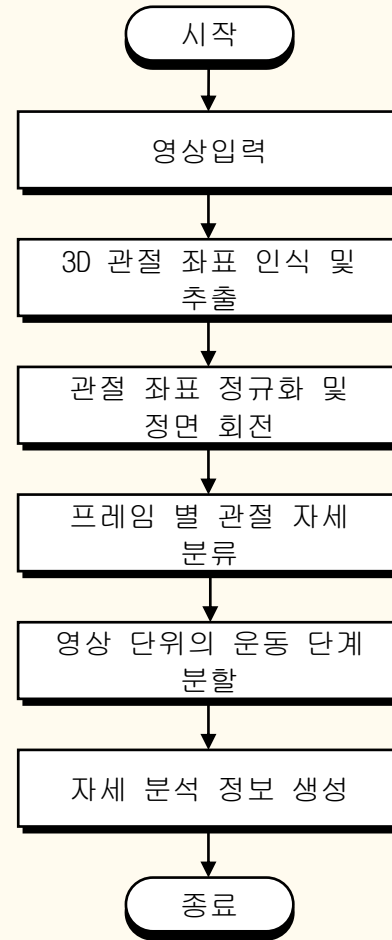


그림 1. 모바일 골프 자세 분석 시스템 인터페이스

인터페이스 개발



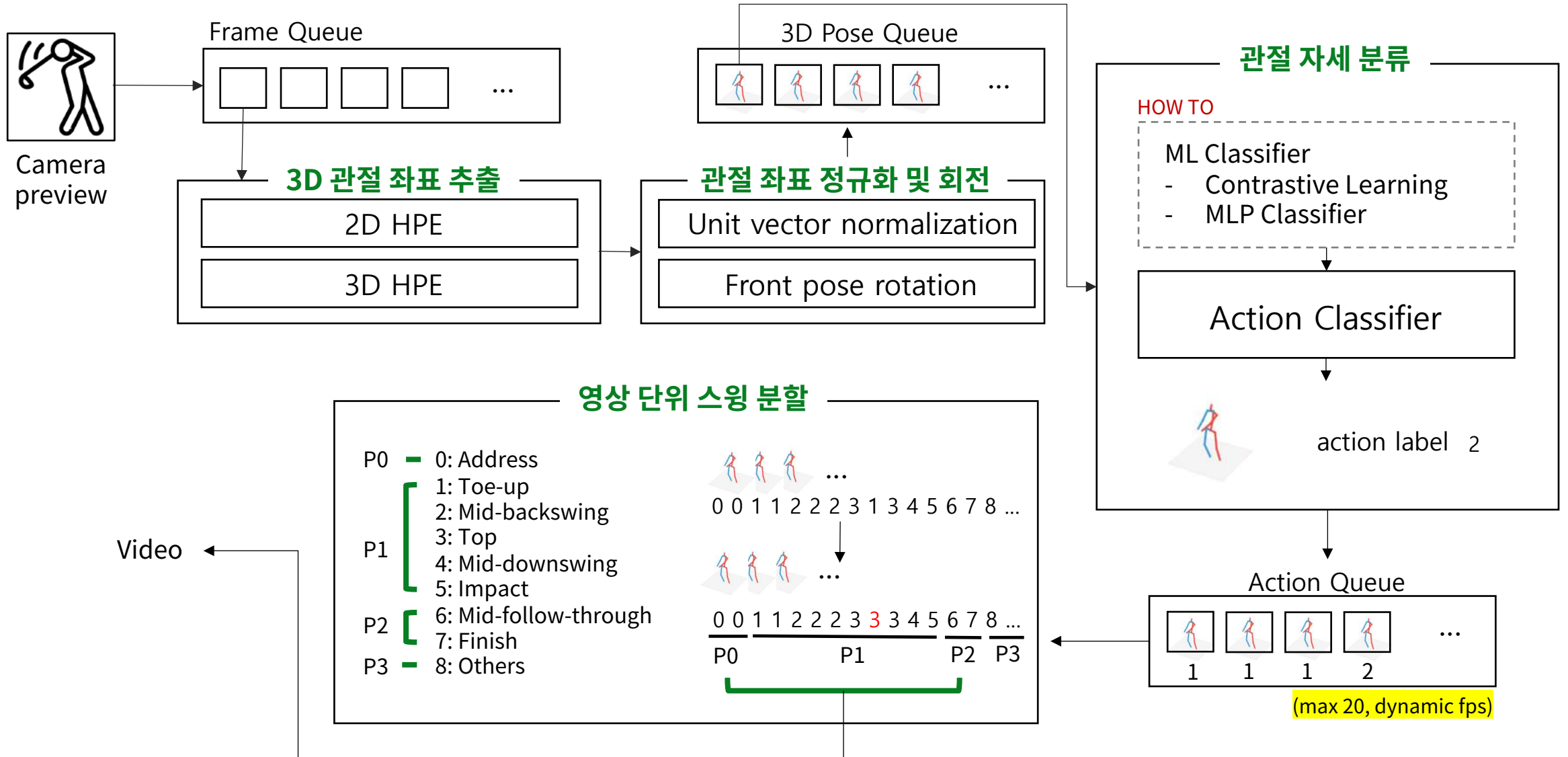
(a) 스윙 감지부



(b) 스윙 분석부

그림 2. 골프 자세 분석 파이프라인

스윙 감지부 아키텍처



스윙 감지부 아키텍처

- (a) 자세 단계 분류
- P0 - 0: Address
 - 1: Toe-up
 - 2: Mid-backswing
 - P1 - 3: Top
 - 4: Mid-downswing
 - 5: Impact
 - P2 - 6: Mid-follow-through
 - 7: Finish
 - P3 - 8: Others

(b) 스윙 분할 방법

스윙 자세 큐 (Phase)	0	0	1	1	2	3	...	3	4	3	7	8	8	8	8	8
단계	P0		P1							P2	P3					

그림 5. 스윙 분할 방법

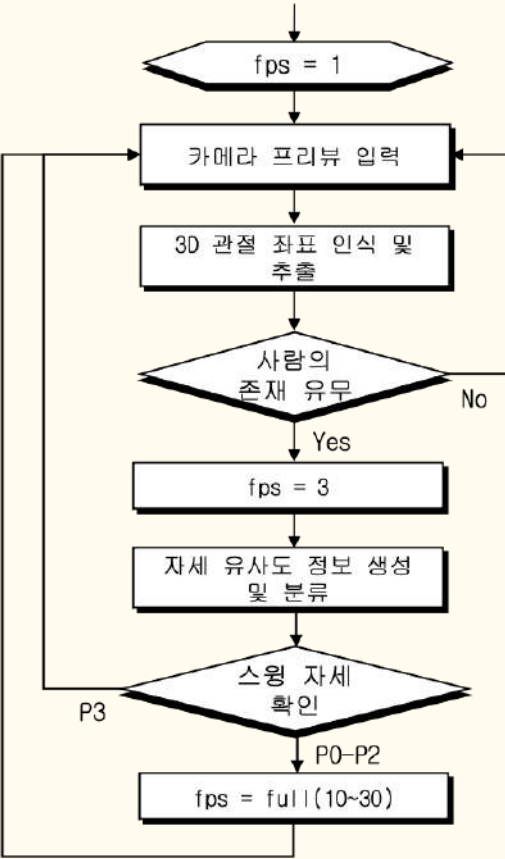
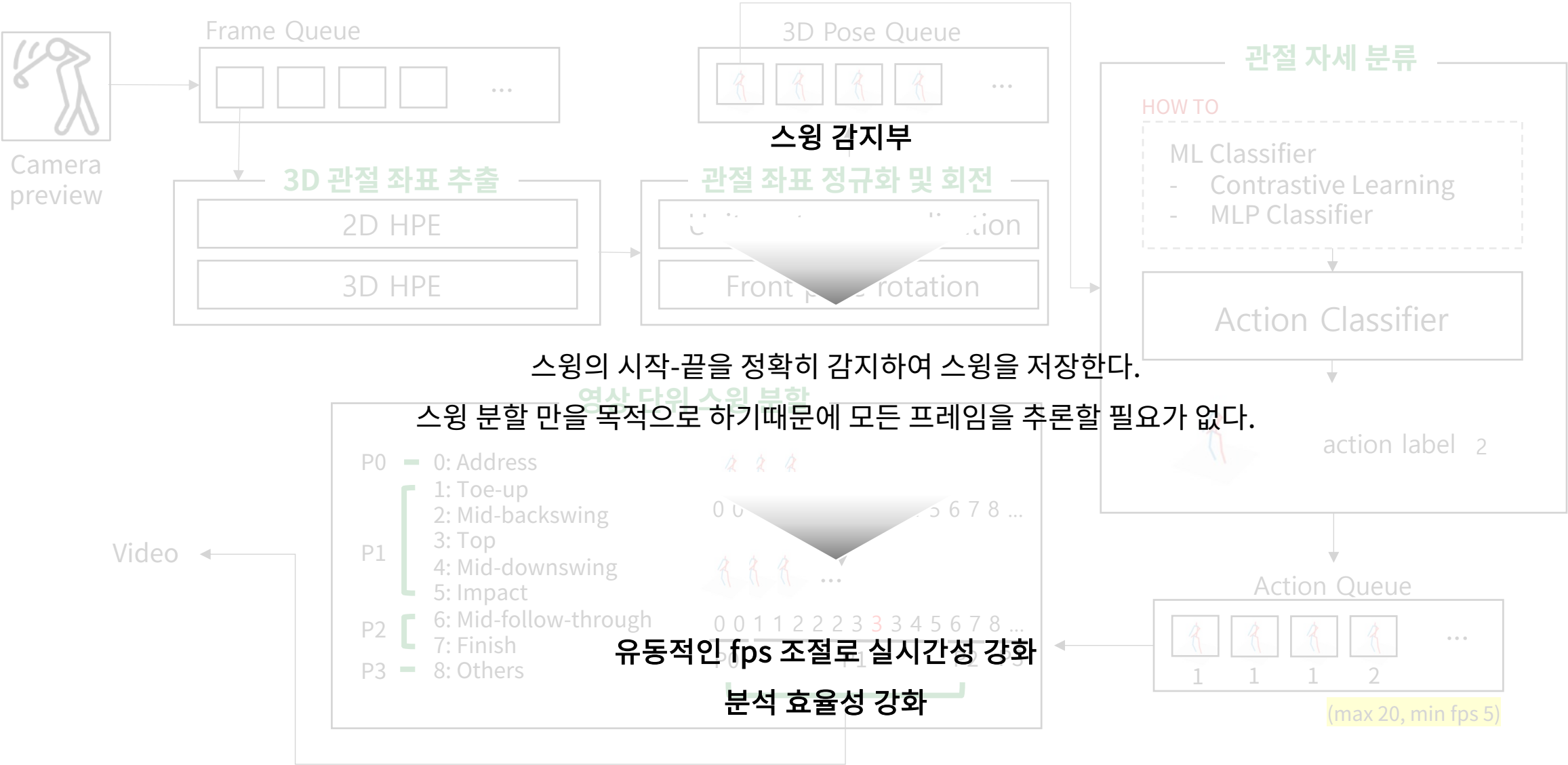
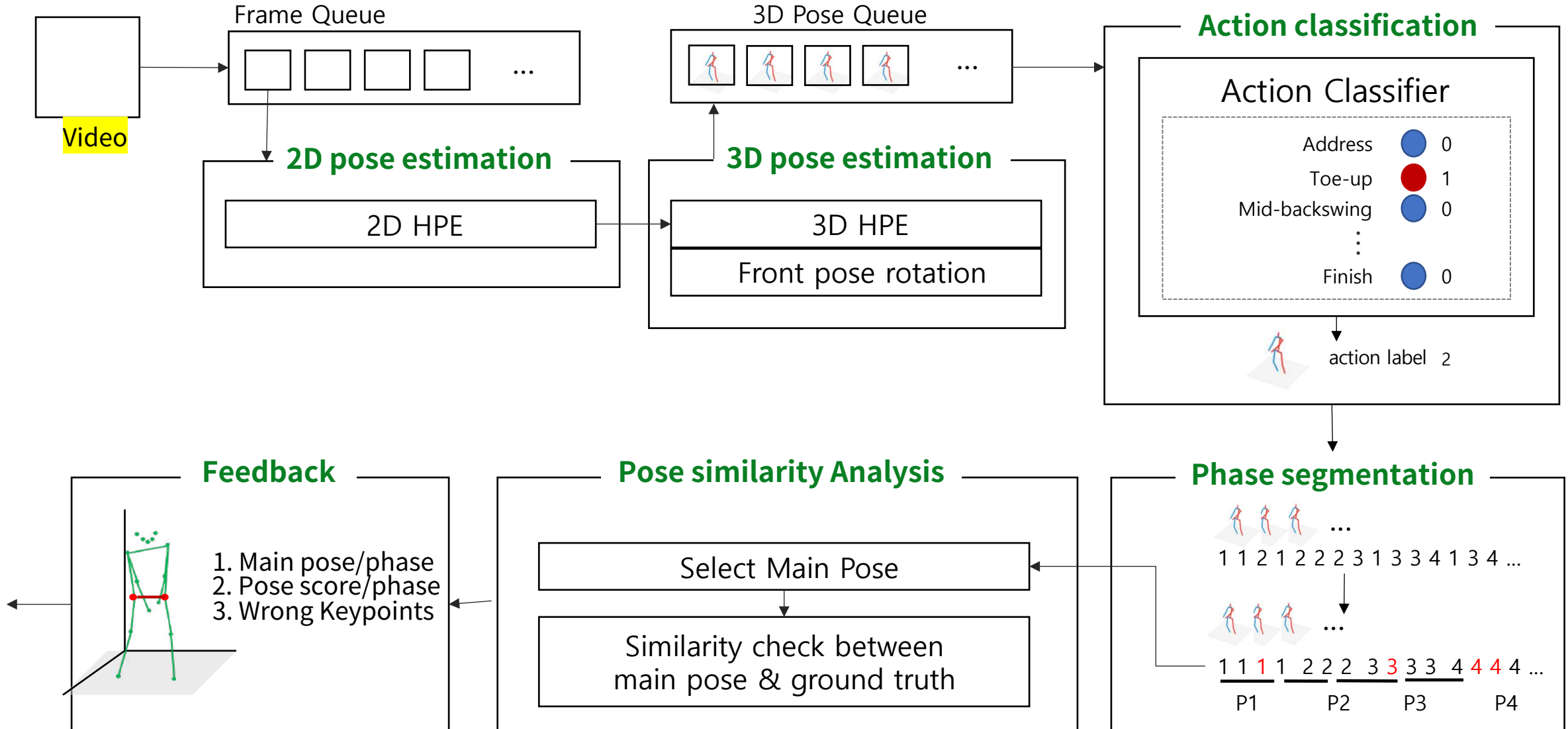


그림 6. fps 설정 방법 순서도

스윙 감지부 아키텍처



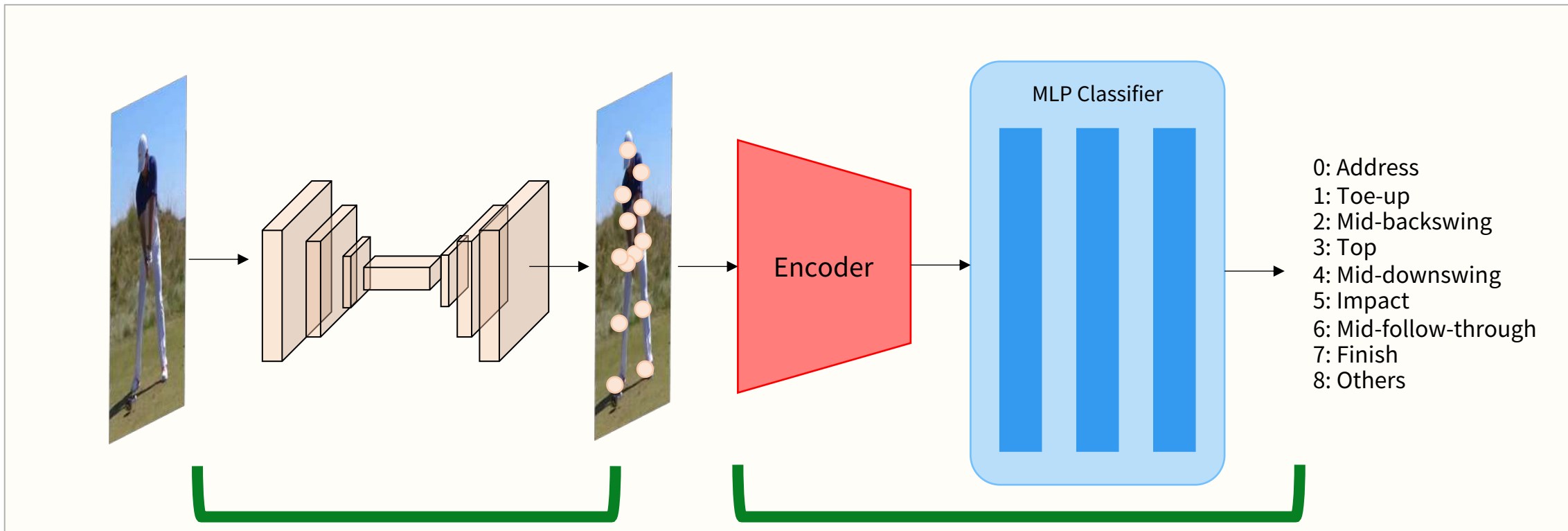
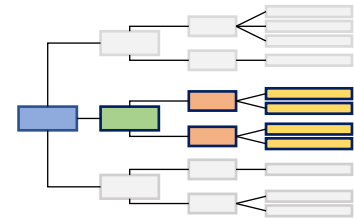
스윙 분석부 아키텍처



스윙 분석부 아키텍처



모델링 아키텍처



자세 추출부

자세 분류부

- 0: Address
- 1: Toe-up
- 2: Mid-backswing
- 3: Top
- 4: Mid-downswing
- 5: Impact
- 6: Mid-follow-through
- 7: Finish
- 8: Others

스윙 자세 분류부 모델링

[Knowledge distillation]

- 레이어 개수 축소 후 학습

[Quantization]

- 양자화 진행 및 tflite 변환

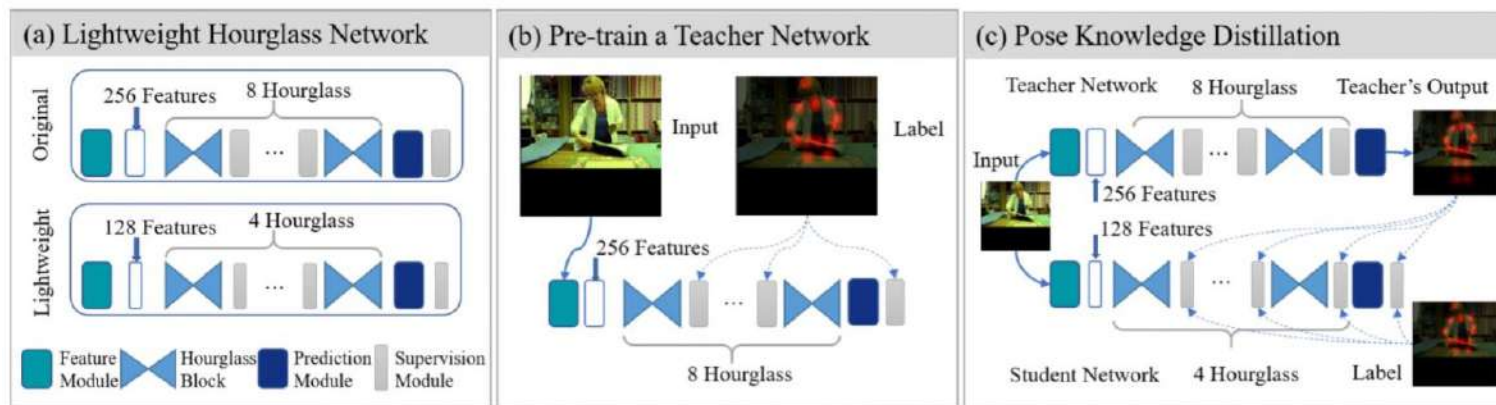


Figure 1. An overview of the proposed Fast Pose Distillation model learning strategy. To establish a highly cost-effective human pose estimation model, We need to build a compact backbone such as (a) a lightweight Hourglass network. To more effectively train a small target network, we adopt the principle of knowledge distillation in the pose estimation context. This requires to (b) pre-train a strong teacher pose model, such as the state-of-the-art Hourglass network or other existing alternatives. The teacher model is used to provide extra supervision guidance in the (c) pose knowledge distillation procedure via the proposed mimicry loss function. At test time, the small target pose model enables a fast and cost-effective deployment. The computationally expensive teacher model is *abandoned* finally, since its discriminative knowledge transferred already into the target model therefore used in deployment (rather than wasted).

Fast human pose estimation*

스윙 자세 분류부 모델링

[Knowledge distillation]

- 레이어 개수 축소 후 학습

[Quantization]

- 양자화 진행 및 tflite 변환



Knowledge distillation 기법을 이용하여 경량화를 수행할 수 있다.

Quantization 기법을 이용하여 연산 효율성을 높일 수 있다.

strategy. To establish a highly cost-effective human pose estimation model, We need to build a compact backbone such as (a) a lightweight Hourglass network. To more effectively train a small target network, we adopt the principle of knowledge distillation in the pose estimation context. This requires to (b) pre-train a strong teacher pose model. The teacher model is used to provide extra supervision guidance to the target network via the proposed mimicry loss function. At test time, the small target pose model enables fast and cost-effective deployment. The computationally expensive teacher model is abandoned finally, since its discriminative knowledge is transferred already into the target model therefore used in deployment (rather than wasted).

Fast human pose estimation*

1. 파라미터 감소
2. 연산 효율성 증가

스윙 자세 분류부 모델링

[데이터 셋]

- 아마추어 영상 데이터(1차 가공)
- 프로 영상 데이터 1400개

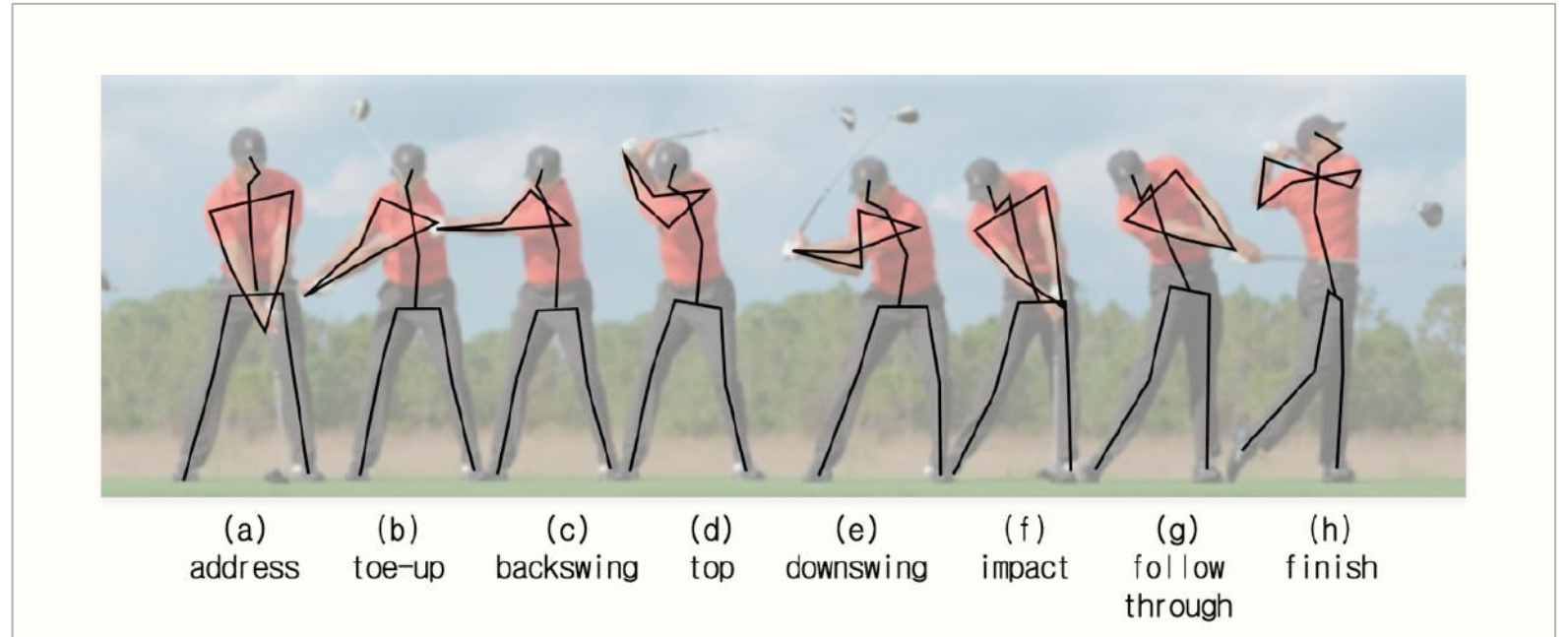


그림 3. 골프 스윙의 순차적인 구분 동작

스윙 자세 분류부 모델링

[유사성 모델]

- 대조 학습(Contrastive Learning)

[분류 모델]

- MLP사용

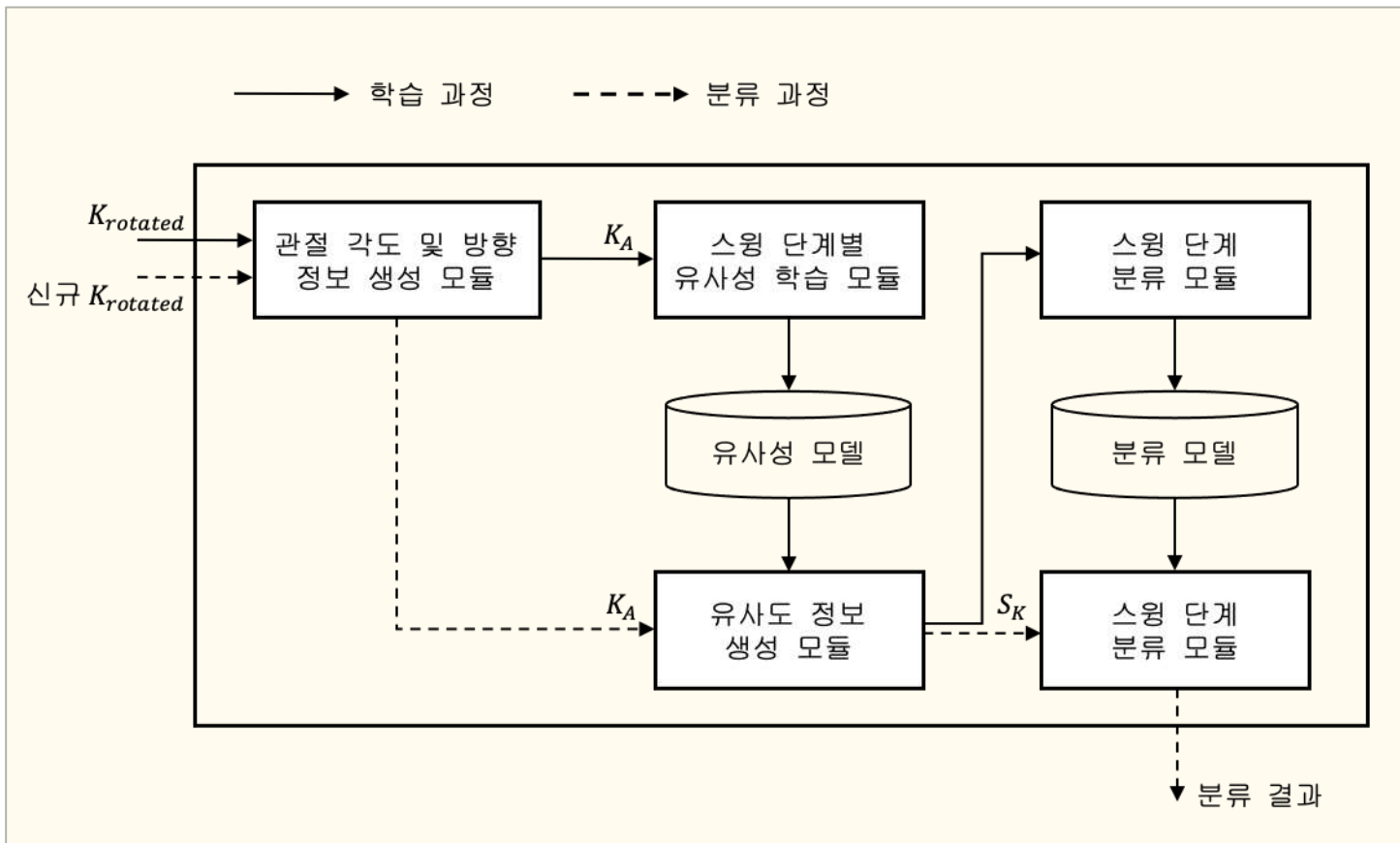


그림 4. 관절 자세 분류 단계

스윙 자세 분류부 모델링

- [유사성 모델]
 - 대조 학습(Contrastive Learning)
- [분류 모델]
 - MLP사용

Representation Learning 관점에서 유사성을 학습하는 모듈을 추가한다.
아마추어 스윙 데이터를 이용하여 학습을 진행한다.

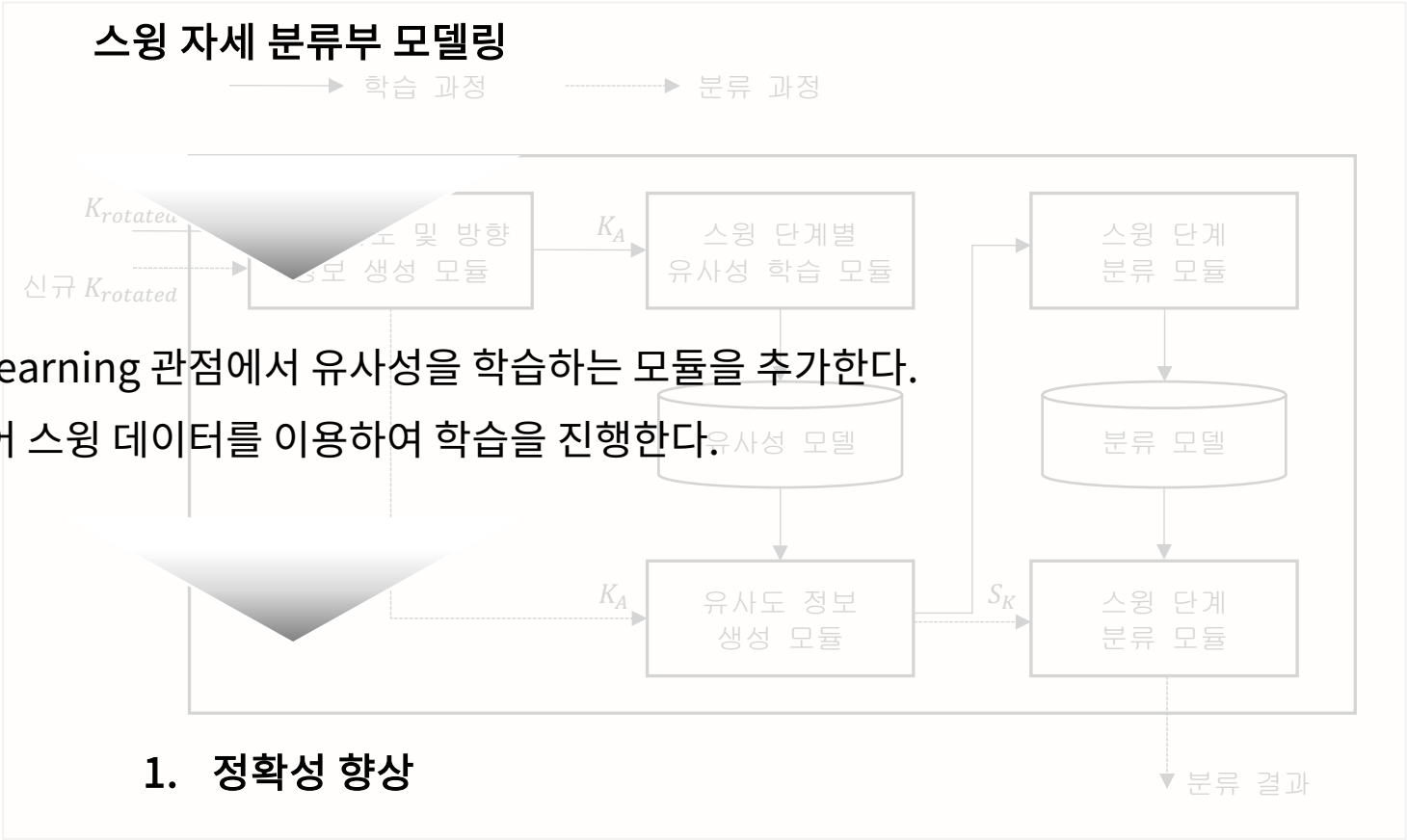


그림 4. 관절 자세 분류 단계

5

기대효과



기대 효과

골퍼

시간과 장소, 비용에 상관 없이,
연습보조 도구로서 사용 가능

서비스 운영자

비용에 대한 부담 없이
서비스 운영 가능

서비스 확장성

자세가 중요한 스포츠에
파이프라인 적용 및 확장 가능

추진 계획

[illegible]

추진 계획

[illegible]

팀원 소개



정의정

동국대학교 컴퓨터공학부 4학년 재학

- 과학기술정보통신부 SW 마에스트로 장관상, 2021
- 네이버 AI 개발 인턴, 2021
- DGU AI ICC 주관 인공지능 챌린지 대상, 2020
- DGU 창업 프리미어리그 우수상, 2020
- 자세 분석 파이프라인 연구 및 특허 출원
- IEEE IRC 2020 논문 게재
- FARMICT 아이디어 경진대회 우수상, 2019
- DGU SW 공모대전 금상, 2019
- IITP - Purdue Summer Program Certificate of Merit, 2019
- 한국교육방송공사 표창장, 2018

감사합니다.