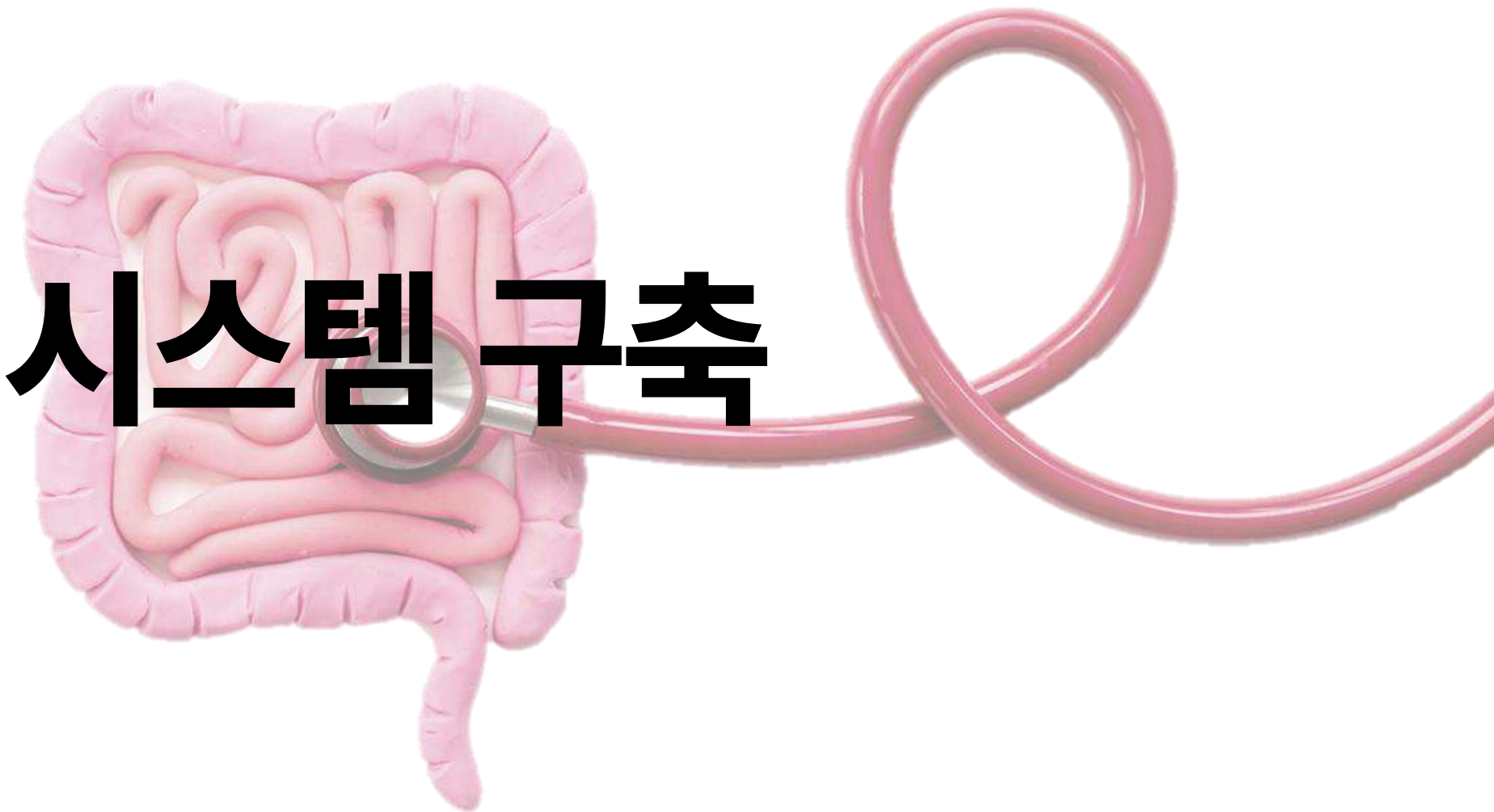


# 장 건강 분석을 위한 AI 전처리 파이프라인 시스템 구축



---

건강의 스위치를 켜다! Team Healthy On

# 목차

Part 1 프로젝트 개요	1-1 팀원 소개	1-2 선정 배경	1-3 프로젝트 목적	1-4 개발 환경	1-5 프로젝트 일정
Part 2 프로젝트 기술	2-1 AI 전처리 파이프라인	2-2 전처리 조건별 판단기준 및 적용 모델			
Part 3 프로젝트 웹시연	3-1 Bowelin sight 소개	3-2 Flask 웹서버 및 DB 구조	3-3 사용자 흐름도	3-4 UX 기반 기능 개선 비교	3-5 웹 서비스 시연
Part 4 프로젝트 결론	4-1 성과 및 기대효과	4-2 향후 발전 계획			



## Part 1

# 개요

1-1  
팀원 소개

1-2  
선정 배경

1-3  
프로젝트  
목적

1-4  
개발 환경

1-5  
프로젝트  
일정

# 팀원 소개



멘토 이준기



멘토 유호상



팀장 이유정



팀원 신민지



팀원 지혜미



팀원 김영혜

- 전처리 판단 알고리즘 설계 (화질, IoU, 이미지 중심)
- Flask 라우팅
- DB 구축 및 연동
- PPT 제작

- Figma 기반 UI/UX 시안 제작
- 반응형 모바일 웹 구현
- 기획안 작성
- PPT 제작

- Figma 기반 UI/UX 시안 제작
- 반응형 모바일 웹 구현
- 회의록 작성

- 데이터 전처리 및 라벨링
- 모델학습 (YOLO, Random Forest, U-Net)



# 팀원 소개



- 전처리 판단 알고리즘 설계 (화질, IoU, 이미지 중심)
- Flask 라우팅
- DB 구축 및 연동
- PPT 제작

- Figma 기반 UI/UX 시안 제작
- 반응형 모바일 웹 구현
- 기획안 작성
- PPT 제작

- Figma 기반 UI/UX 시안 제작
- 반응형 모바일 웹 구현
- 회의록 작성

- 데이터 전처리 및 라벨링
- 모델학습 (YOLO, Random Forest, U-Net)

# 팀원 소개



- 전처리 판단 알고리즘 설계 (화질, IoU, 이미지 중심)
- Flask 라우팅
- DB 구축 및 연동
- PPT 제작

- Figma 기반 UI/UX 시안 제작
- 반응형 모바일 웹 구현
- 기획안 작성
- PPT 제작

- Figma 기반 UI/UX 시안 제작
- 반응형 모바일 웹 구현
- 회의록 작성

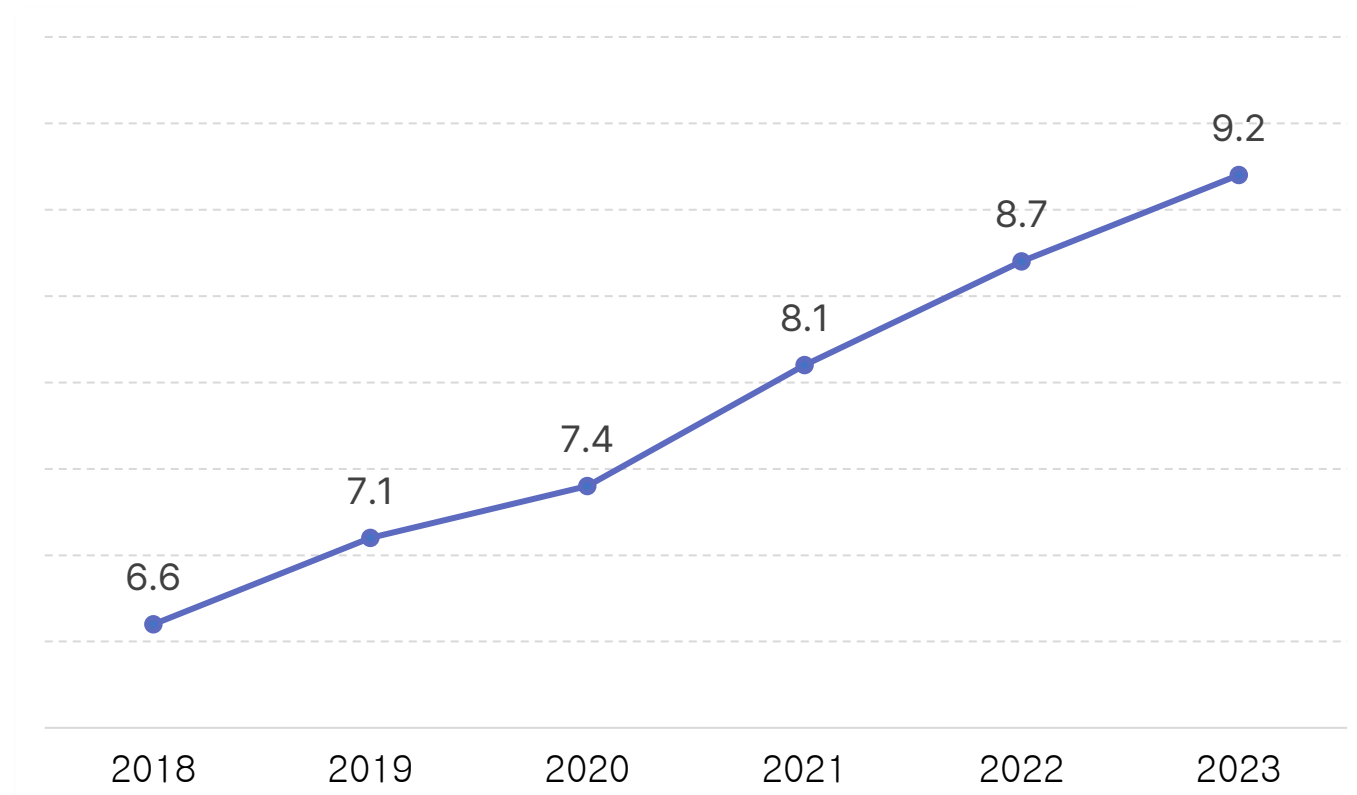
- 데이터 전처리 및 라벨링
- 모델학습 (YOLO, Random Forest, U-Net)

## 궤양성 대장염

대장에 국한되어 장 벽에 염증 또는 궤양이 발생하는 질환으로 아직 정확한 원인이 밝혀지지 않은 만성 재발 질환

궤양성 대장염 및 크론병 환자수

(단위: 만 명)



연평균 환자수  
증감률

7.2%

20·30대 늘어난 '이병'  
환자 수 10만명 육박

염증성 장 질환 환자 급증,  
5년 만에 3만명 가까이 증가

2025.05.20

1인당 외래 진료비  
(2022기준)

194만원

\*진료비는 보험자부담금과 환자본인부담금을 합한 금액임

1



## 비용 문제

궤양성 대장염은  
지속적인 모니터링이 필요하나  
내시경은 비용 문제로  
한계가 있음

2



## 접근성

스마트폰 기반  
대변 상태 분석앱이 등장하며  
비침습적이고 접근성이 높아짐

3



## 일관성

AI 모델의 예측 결과가  
실제 환경의 조건 변화에 따라  
달라져 일관성이 떨어짐

→ **FECALSCANNER**



## 다양한 촬영 환경



정상적인 촬영환경



어두운 촬영환경



촬영 각도가  
부적절한 촬영환경



흔들린 촬영환경



다양한 조명 환경

실제 촬영 환경에서는 밝기, 기울기, 조명 등 다양한 변수로 인해  
AI 대변 분석 모델의 대변 상태 분석 결과에 일관성이 부족함



대변 분석 AI 예측 결과의 **일관성 확보**

구 분	객체 탐지		촬영 조건 판단	대변 상태 분석 시스템
OS	Windows 11			기업 제공
Parts	변기 객체 탐지 촬영 조건 예측 (정면/기울기)	화질 판단 밝기 판단 위치 편차 및 IoU 판단 조명 판단 및 색보정		
LANGUAGE	Python			
IDE	VSCode			
WEB Framework	Flask			
Model	YOLOv11n	RandomForest, U-Net		
Package	OpenCV, Numpy, Torch, Autodistill	Scikit-learn, Matplotlib		
Tool	Labelme			

# 프로젝트 일정

개요

기술

웹 소개

결론

5월															6월															
	Week3					Week4					Week5					Week1					Week2					Week3				
데이터 수집 및 정리																														
전처리 이미지 검증 및 보정																														
AI 모델 선정 및 실험																														
진단 결과지 출력 구성																														
UI 설계																														
기능 구현 및 DB 구축																														
웹 구현																														
발표 자료 제작																														
최종 정리 및 발표 리허설																														



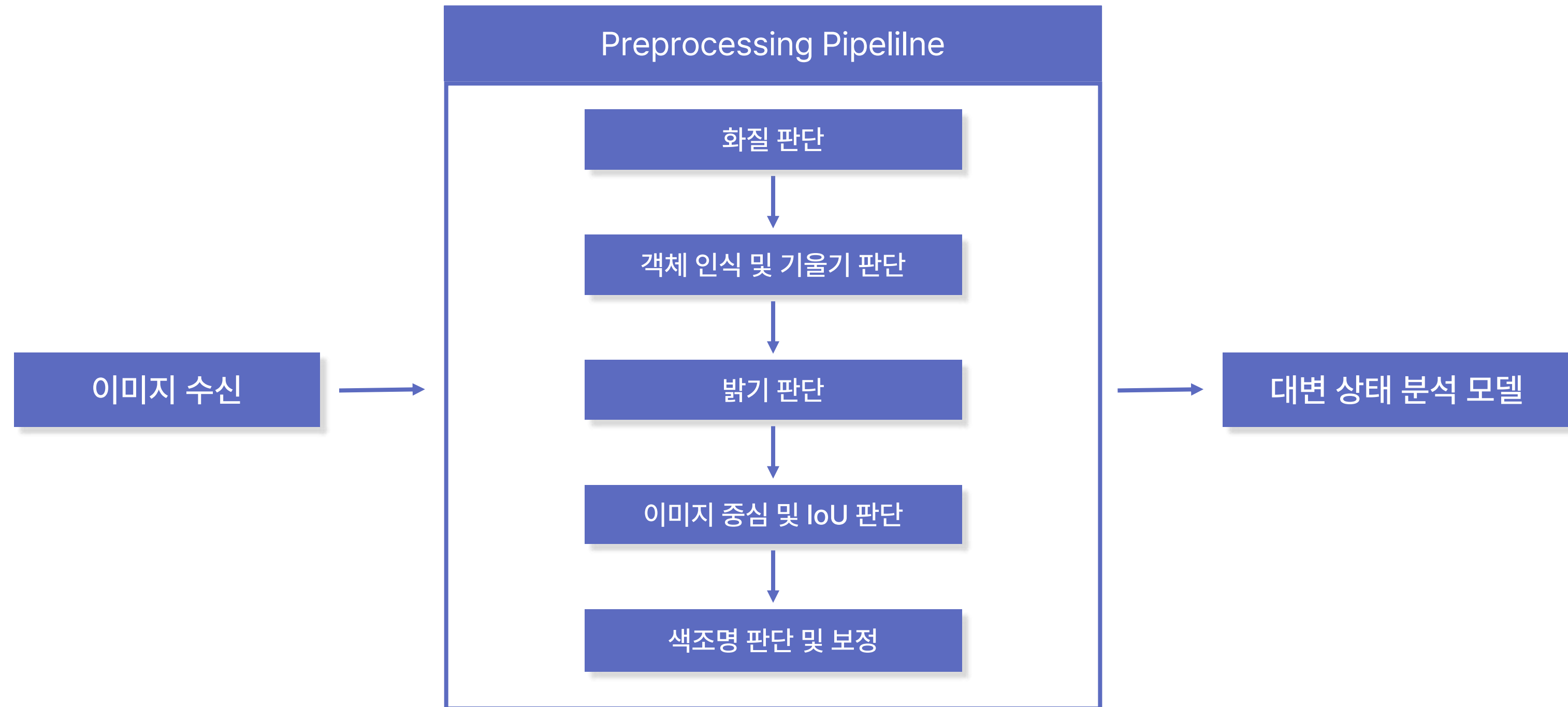
## Part 2

# 기술

2-1  
전처리  
파이프라인

2-2  
전처리 조건별  
판단기준 및 적용모델





# 화질 조건 판단 방법

## 화질 판단 목적

- 저화질 이미지는 대변 인식이 어려움
- 저화질 이미지를 사전에 필터링해 진단 실패 예방

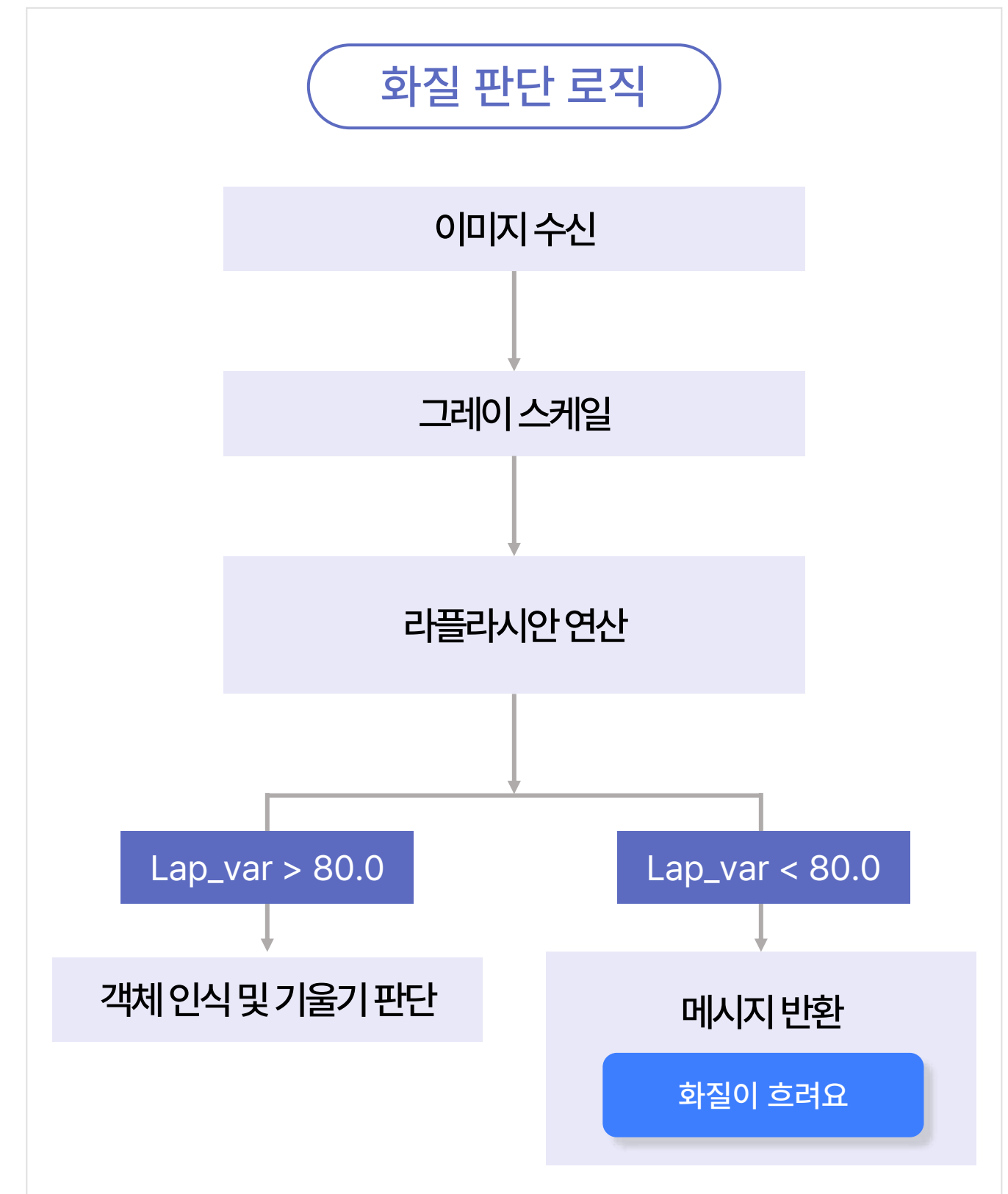
## 화질 판단 방법

라플라시안(Laplacian):

- 이미지의 밝기 변화(edge)를 강조하는 2차 미분 필터

라플라시안 분산:

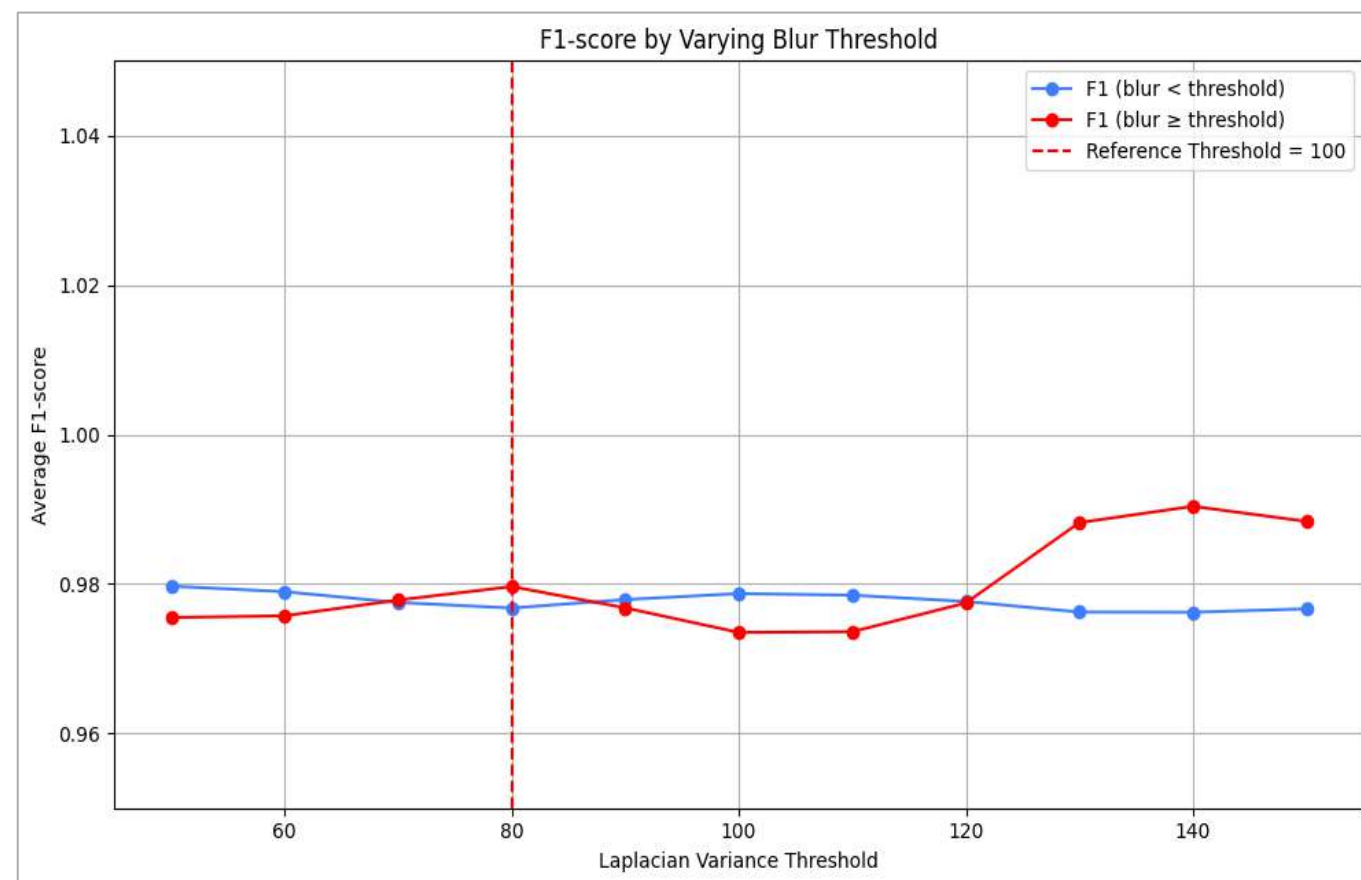
- 라플라시안 연산 결과에서 계산된 경계(Edge) 정보의 변화량
- 값이 클수록 경계가 뚜렷한 선명한 이미지, 작을수록 흐릿한 이미지로 판단



# 화질 조건 판단 방법

## 화질 판단 기준

- $\text{blur} < 80$  vs.  $\text{blur} \geq 80$  간 F1-score 차이가 작아 성능 영향 적음
- 100 이상에선 '정상 화질' 분류 이미지 수 급감
- 80은 진단 이미지 수와 성능의 최적 균형점



분산값에 따른 변기 이미지 비교



Var = 190 (원본)



Var = 99.2



Var = 47.2



Var = 8.1

# 객체 인식 모델 (YOLO)

## YOLO 선정 이유

- YOLO는 이미지 전체를 한 번에 처리해 객체의 위치와 종류를 동시에 예측할 수 있는 구조로, 변기 객체와 기울기 정보를 한 번에 탐지할 수 있음

## 학습 데이터 구축

- 실제 화장실 환경에서 다양한 각도, 거리 조건을 고려해 스마트폰 영상 촬영
- 0.5초 간격으로 프레임 추출하여 이미지 데이터 생성

데이터 셋 구성		
	수량	비율
전체 영상	112개	100%
기업 제공	25개	22.3%
직접 수집	87개	77.7%
전체 이미지	3903장	100%
Train	2964장	79.7%
Valid	755장	20.3%

### Train/Test 데이터 분포

79.7%

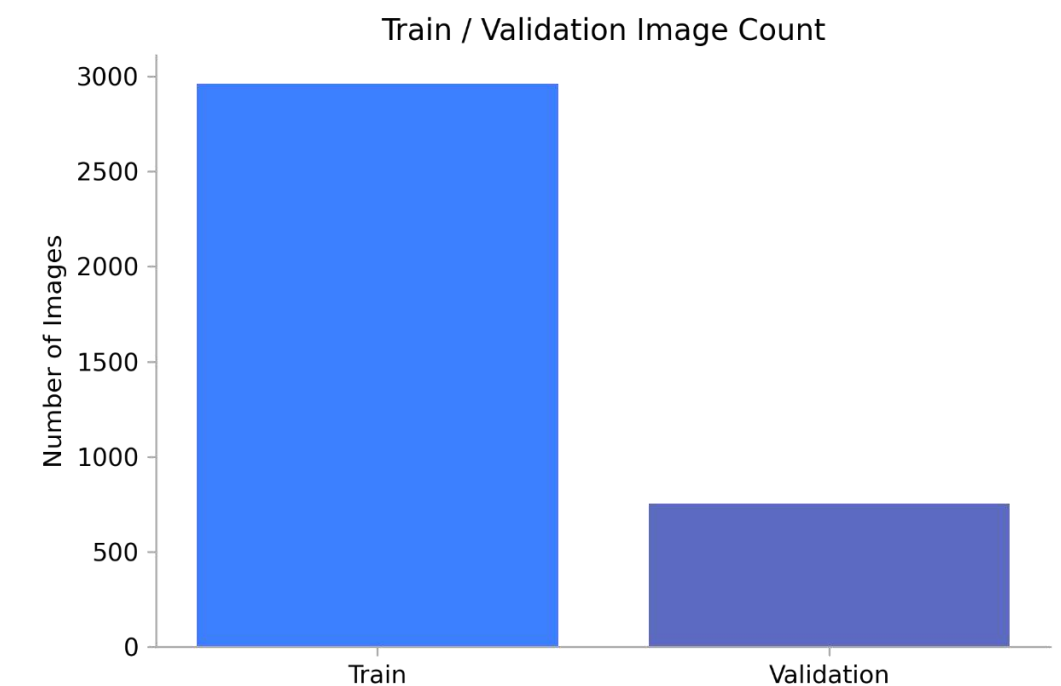
#### Train

수집한 자료는  
총 2964장 입니다.

20.3%

#### Valid

수집한 자료는  
총 755장 입니다.





## 데이터 전처리

Fondation 기반 객체 탐지



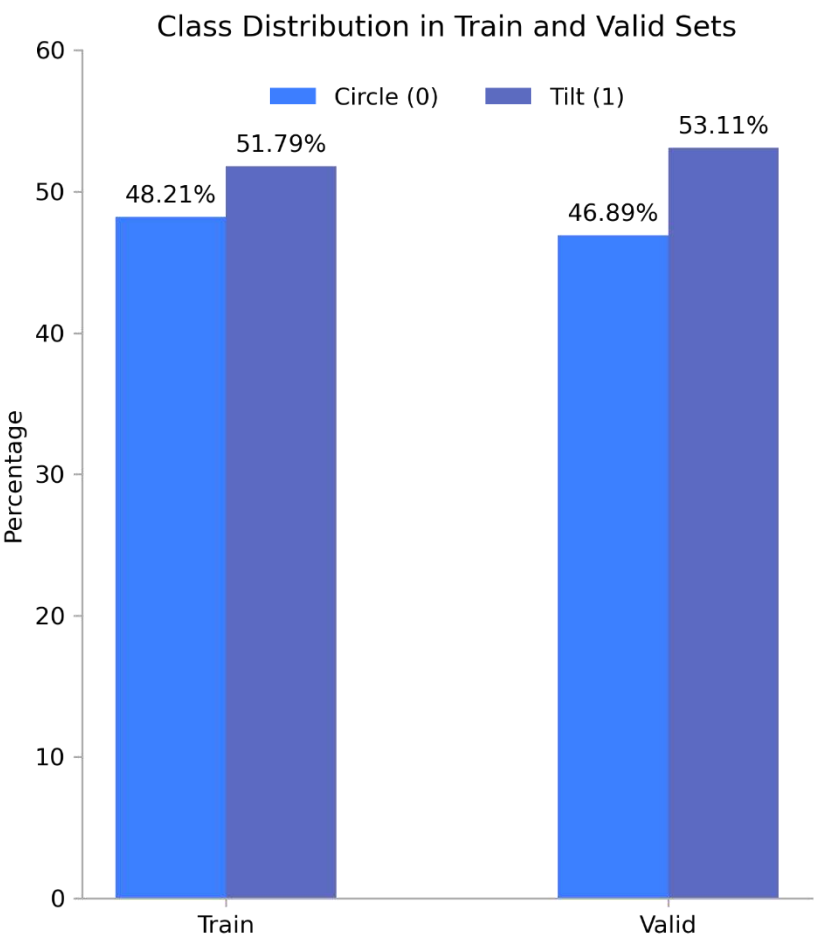
Grounding DINO를 활용하여  
자동 라벨링

ROI 크롭 및 라벨링



Labellmg로 클래스 재정의 및 바운딩 박스 위치 검토  
변기 커버의 바깥과 안쪽 부분 두 개의 바운딩 박스 검출

라벨별 데이터 분포



라벨	의미
----	----

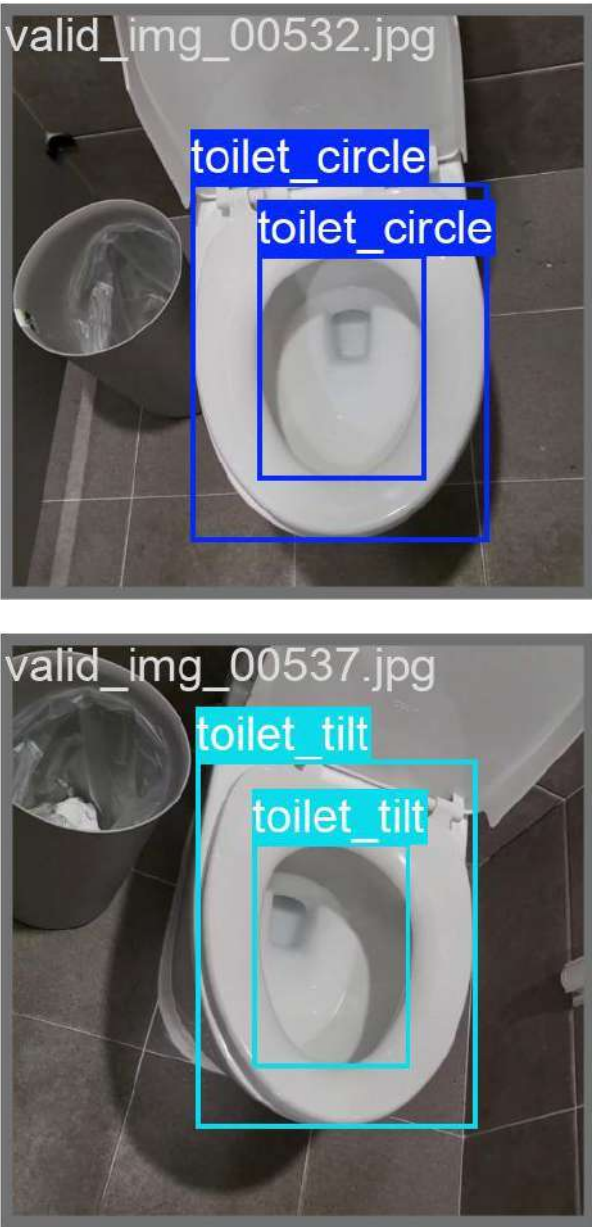
Circle (0)	정면 변기
------------	-------

Tilt(1)	기울어진 변기
---------	---------

## 모델 학습 및 평가

모델명	mAP@0.5	mAP@0.5:0.95	Precision	Recall	추론 속도 (A100)	용량(.pt)
YOLOv8n	0.968	0.898	0.927	0.941	빠름	5.5MB
YOLOv8s	0.971	0.901	0.931	0.954	다소 느림	11MB
YOLOv11n	0.968	0.898	0.927	0.950	빠름	5.4MB
YOLOv11s	0.968	0.902	0.918	0.958	평균적	19.1MB

→ 속도, 용량, 성능을 모두 고려하여 가장 균형 잡힌 YOLOv11n 모델을 채택



# 기울기 조건 판단 방법

## 기울기 판단 목적

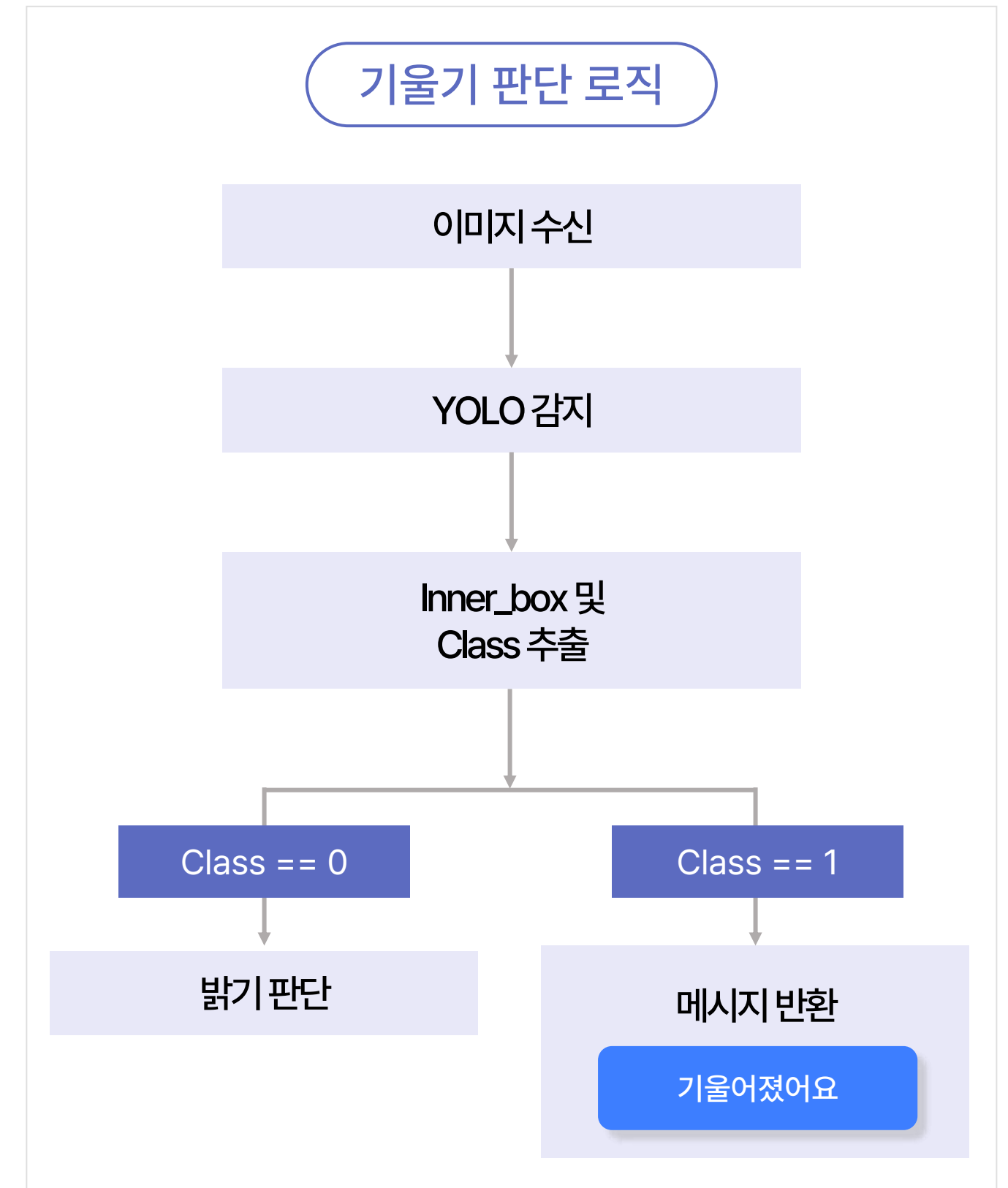
- 기울어진 변기 이미지는 대변이 왜곡되거나 누락되어 진단 오류로 이어질 수 있음
- 기울어진 변기 이미지를 사전에 필터링해 진단 실패 예방

## 기울기

- YOLO 모델이 예측한 변기 커버 안쪽의 Class 값이 1일 경우 기울어진 상태로 간주

## 기울기 판단 방법

- ① YOLO 모델로 변기 감지
- ② 두개의 박스(변기 커버 바깥쪽, 안쪽) 추출
- ③ 변기 커버 안쪽의 Class가 1이면 기울어진 변기로 판단
- ④ 기울어진 경우 "카메라가 기울어져 있어요" 메시지 반환



# 밝기 판단 방법

## 밝기 판단 목적

- 어두운 환경에서는 대변의 형태와 색상 파악 어려움
- 대변 상태 분석의 일관성을 높이기 위해 조명 밝기를 사전에 판단

밝기에 따른 변기홀 이미지 비교



밝기 적정



밝기 부족



그림자에 의한  
밝기 부족

### 밝기 판단 로직

정상 각도인 변기홀 이미지

밝기 특징 추출

밝기 판단 모델 예측

밝음

이미지 중심 및 IoU 판단

어두움

메시지 반환

너무 어두워요



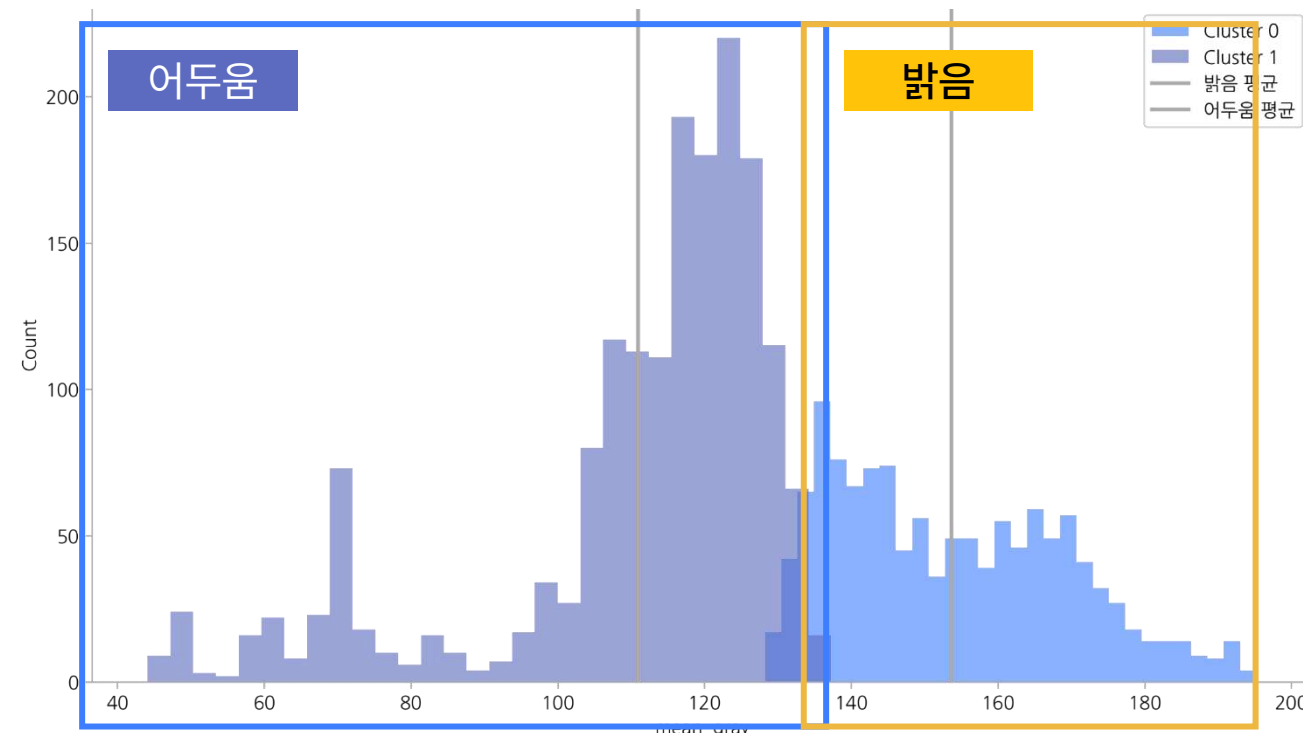
# 밝기 판단 모델 Random Forest

## Random Forest 선정 이유

밝기 특성 간의 복잡한 비선형 관계를 잘 학습하고  
과적합에 강함

## 학습 데이터셋 구축

- ① 이미지의 평균 밝기 기준으로 K-Means 클러스터링 하여 자동으로 밝음/어두움 라벨링
- ② 클래스 간 데이터 불균형 SMOTE 활용해 보정



## 모델 성능 평가



5-Fold 교차검증  
평균정확도

98.7%

Class	Precision	Recall	F1-score
어두움 (0)	0.99	1.00	1.00
밝음 (1)	1.00	0.99	1.00

어두움과 밝음 모두에서 균형 잡힌 성능  
테스트 이미지 688건 중 오분류 3건

실제 어두움 → 밝음 1건  
실제 밝음 → 어두움 2건

## 예외 처리



(※블러처리된 이미지임)

색이 매우 진하고 어두운 혈변 이미지의 경우  
'어두움'으로 일부 잘못 분류되는 현상 확인

→ 특정 RGB 조건 만족 시 예외 처리

# 이미지 중심 및 IoU 판단 방법

## 이미지 중심 및 IoU 판단 목적

대변이 일부만 촬영되는 상황을 방지

## 이미지 중심 및 IoU 판단 기준

- 변기홀의 중심 좌표가 전체 이미지 중심으로부터  $\pm 10\%$  내에 위치
- 템플릿과 감지된 변기홀 간의 IoU가 0.9 이상

IoU(Intersection over Union): 예측된 영역과 실제 영역의 겹치는 부분을 두 영역의 합집합으로 나눈 값



실제 웹 화면에서 표시되는  
템플릿 기준에 따라 IoU 계산

### IoU에 따른 이미지 비교



IoU = 0.95

기준 충족



IoU = 0.45

기준 미충족

### 이미지 중심 및 IoU 판단 로직

정상 밝기 변기홀 이미지

변기홀의 중심 좌표 및 IoU 계산

기준 충족

이미지 저장

기준 미충족

메시지 반환

점선 안에 변기홀을  
정확하게 맞춰주세요.

# 색조명·색보정 판단 방법

## 색조명 판단 목적

- 전구색이나 주백색의 조명에서는 색상 왜곡으로 정확한 파악 어려움
- 일정 기준을 초과하는 조명일 경우 이미지 색보정 또는 재촬영 필요

## 색조명·색보정 판단 기준

$\Delta E$   
델타 E

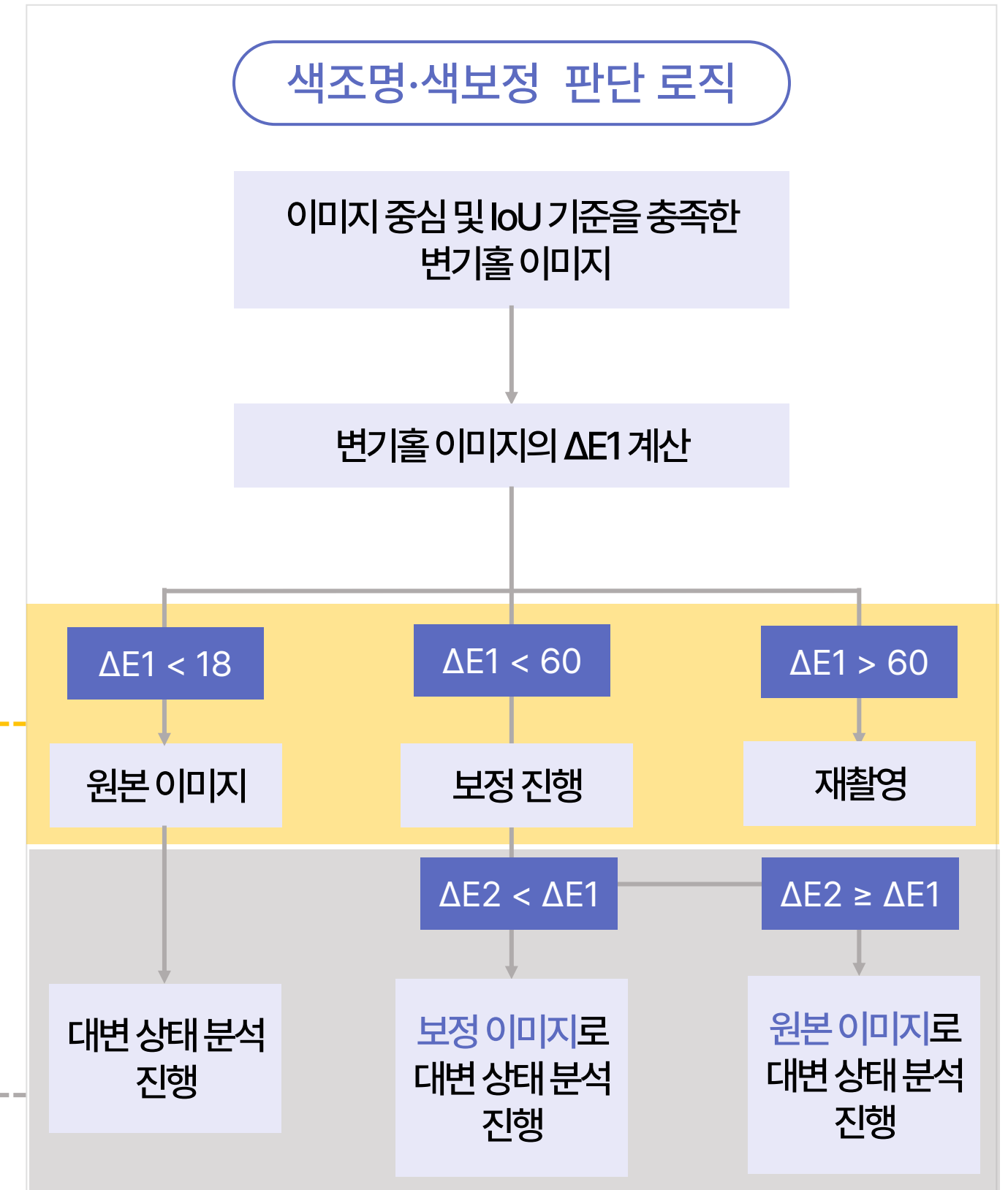
- Lab 공간 기반 두 색상 간의 차이를 수치로 표현한 지표
- 수치가 클수록 색상 왜곡이 심함

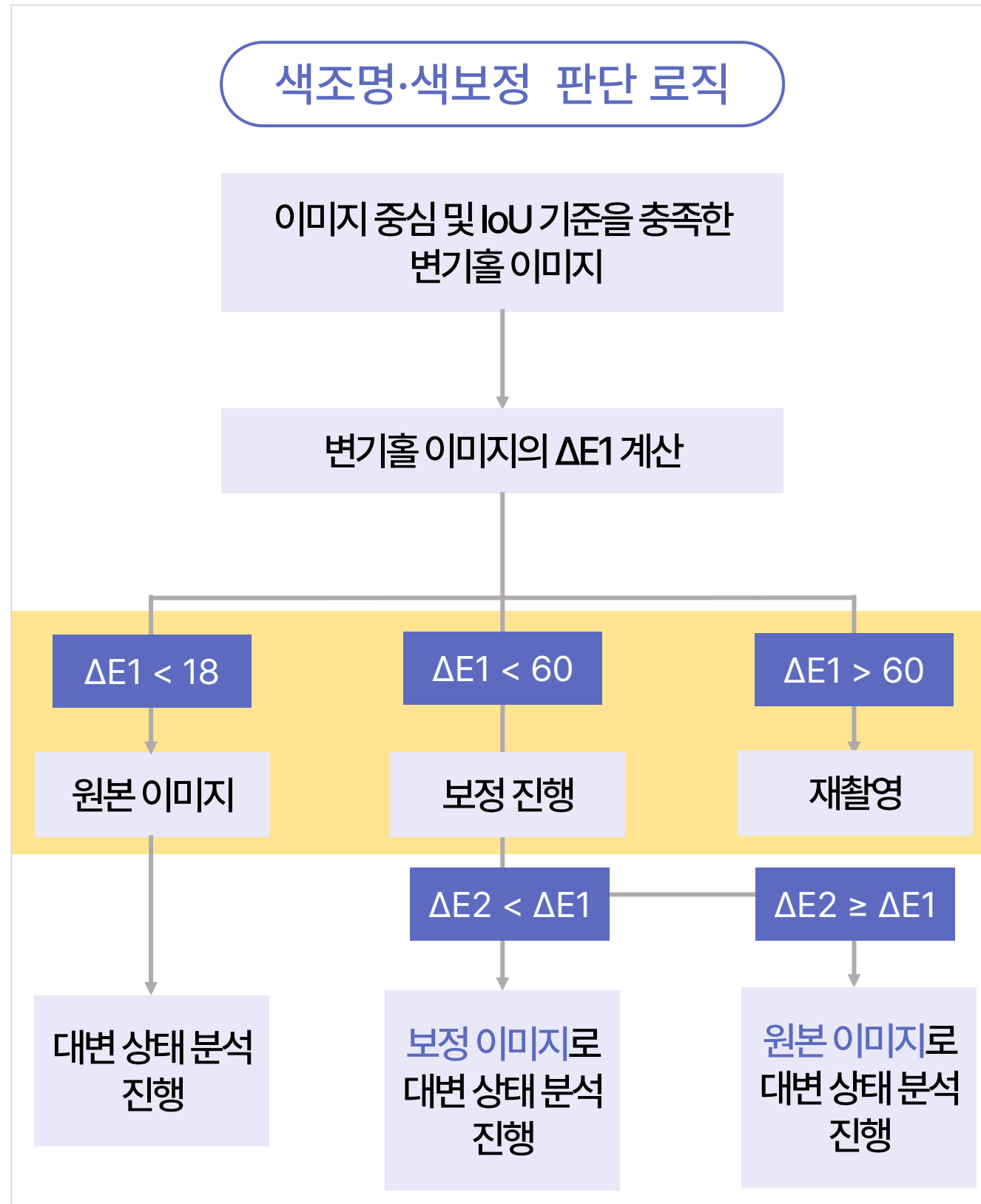
0-2	3-5	5-
사람 눈이 구분 못함	거의 구분 안 됨	눈에 띄는 색 차이

## $\Delta E$ 계산과 적용 기준

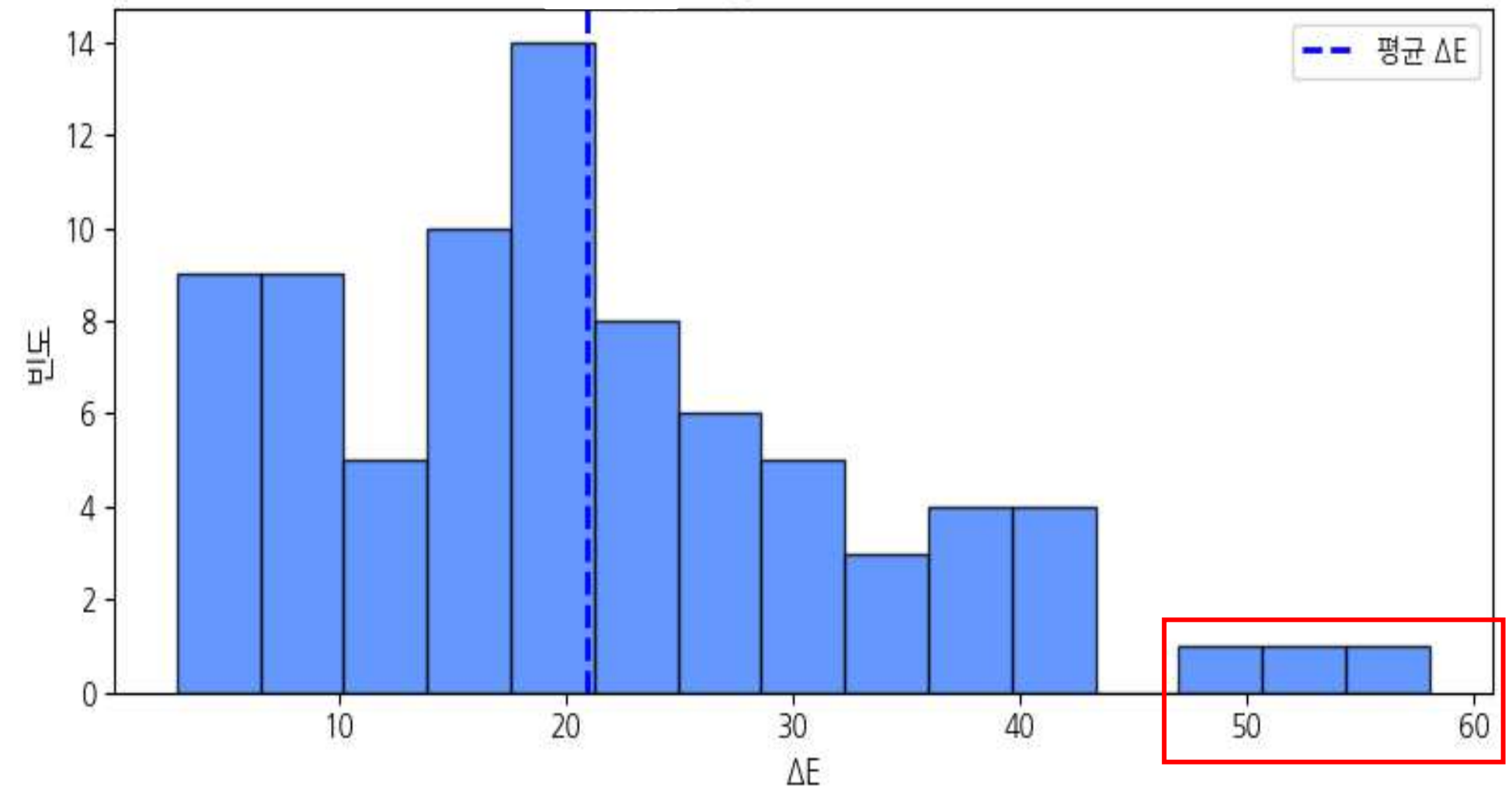
기준 Lab 평균: [155.85, 131.66, 137.95]

- ① 첫번째  $\Delta E$  계산: 보정 필요 여부 판단
- ② 두번째  $\Delta E$  계산: 색보정 이미지 유효성 판단





정상 조명 이미지 ΔE 분포



- 정상 조명 이미지 평균  $\Delta E$  : 20.93
- 혈변 등과 같은 병변에 의해  $\Delta E$ 가 60까지 높게 나타나는 경우가 있기 때문에 실제 상황을 반영하여 유연하게 기준 설정



## U-Net 선정 이유

픽셀 단위 복원에 강함

## 학습 데이터셋 구축

구분	이미지 종류	원본 수	증강 배수	최종 이미지 수
학습용	대변/혈흔	80	×4 (조명 증강)	320
	깨끗한 변기	20		80
총 학습 데이터		100장		400장
테스트용	대변/혈흔	16		64
	깨끗한 변기	4		16
총 테스트 데이터		20장		80장

\* 기업 제공 공공데이터 사용

 모델 성능 평가

$\Delta E$   
4.39

색 보정 후 이미지 비교

보정 전



보정 후



원본 이미지





## Part 3

# 웹 소개

3-1  
Bowelinsight  
소개

3-2  
사용자 흐름도

3-3  
UX 기반  
기능 개선 비교

3-4  
Flask 웹 서버 구조

# Bowelin sight 소개

[개요](#)[기술](#)[웹 소개](#)[결론](#)

## Bowelin sight

'bowel(장)' + in + sight(통찰)'의 합성어로,  
대변 이미지를 분석하여 장 건강 상태를 확인할 수 있는 웹 기반 분석 서비스

#2260FF

### 로열 블루

신뢰 · 청결 · 안정감을 주는 헬스케어 색상

#FFC000

### 골든 옐로우

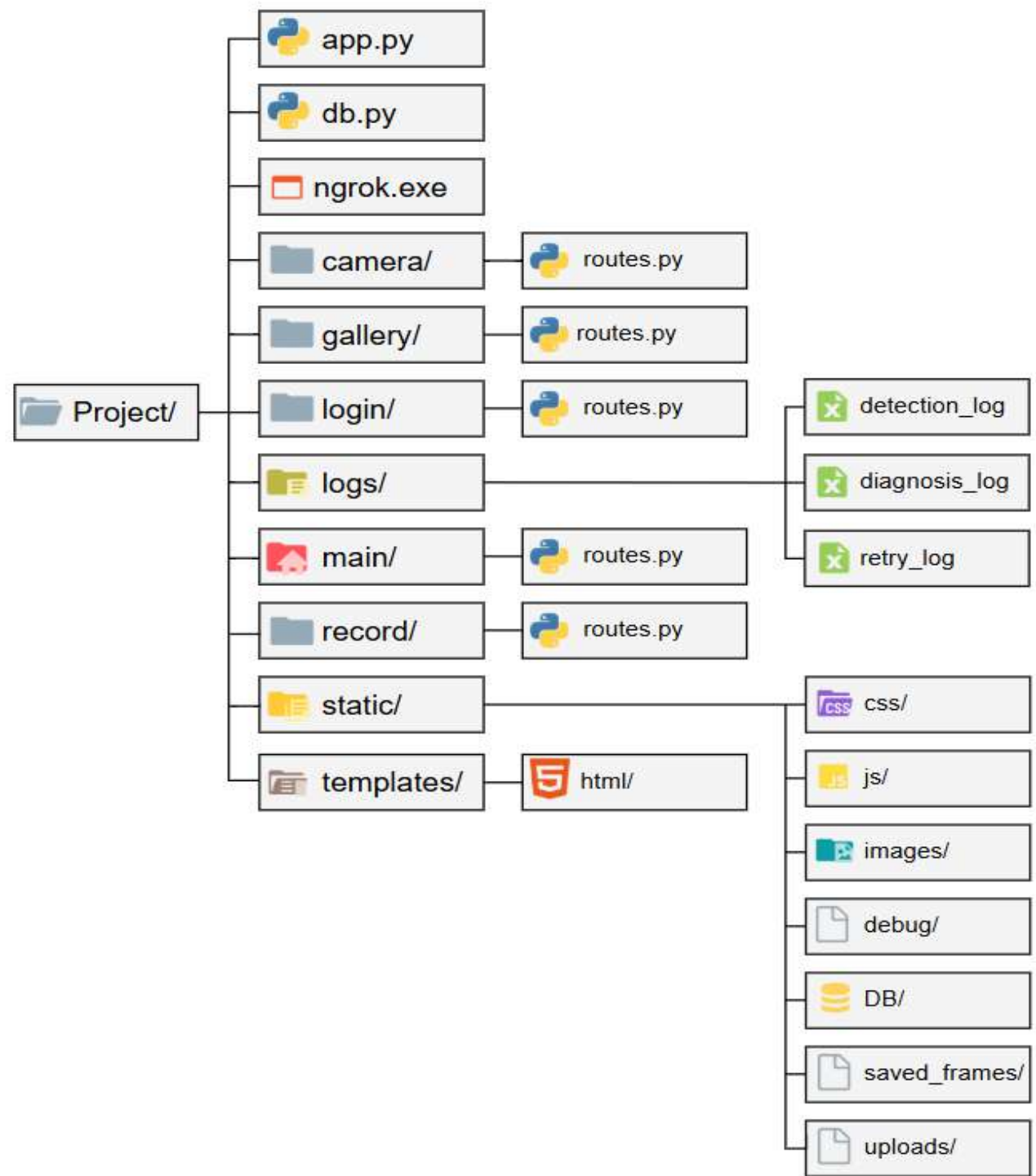
시선을 끄는 포인트 컬러로, 화면에 생동감을 더함

→ '헬스케어'와 '일상 속 분석'의 조화를 고려한 컬러 조합

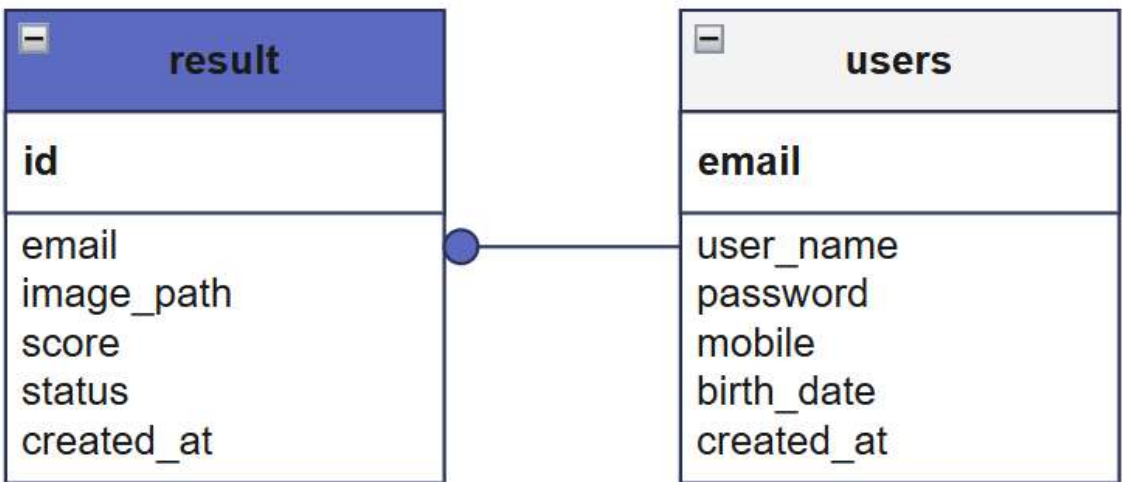


# Flask 웹 서버 및 DB 구조

Flask 웹 서버 구조



DB 구조



result 테이블 예시

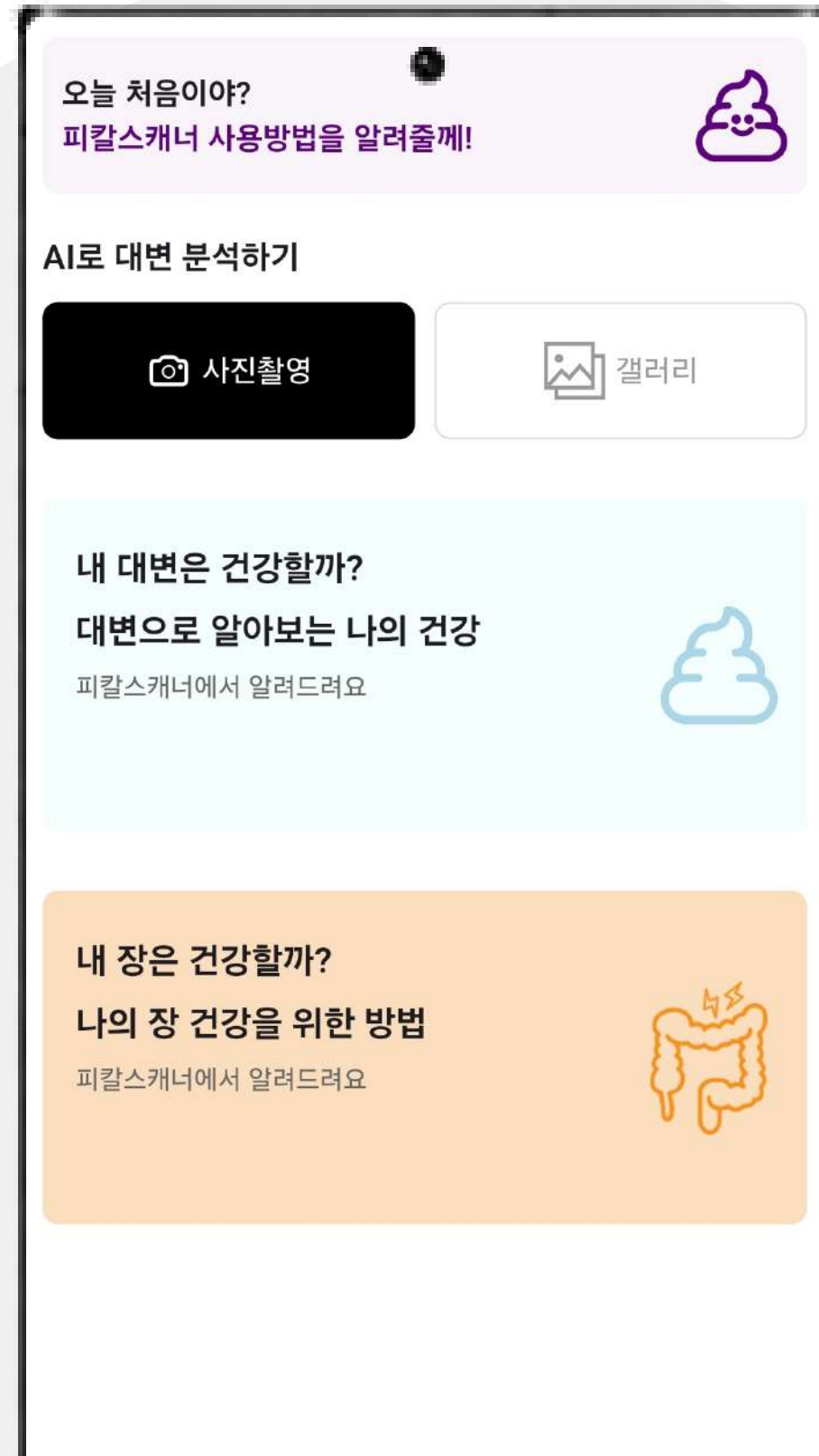
Id	Email	Image_path	Score	Status	Created_at
1	test@gmail.com	Statci/DB/test_20250601_16	22	Abnormal	2025-06-01 16:45:21
44	test@gmail.com	Statci/DB/test_20250607_16	95	Normal	2025-06-07 07:21:33

users 테이블 예시




Email	User_name	Password	Mobile	Birth_date	Created_at
test@gmail.com	홍길동	1234	010-1234-1234	2000-01-01	2025-06-11 16:45:21

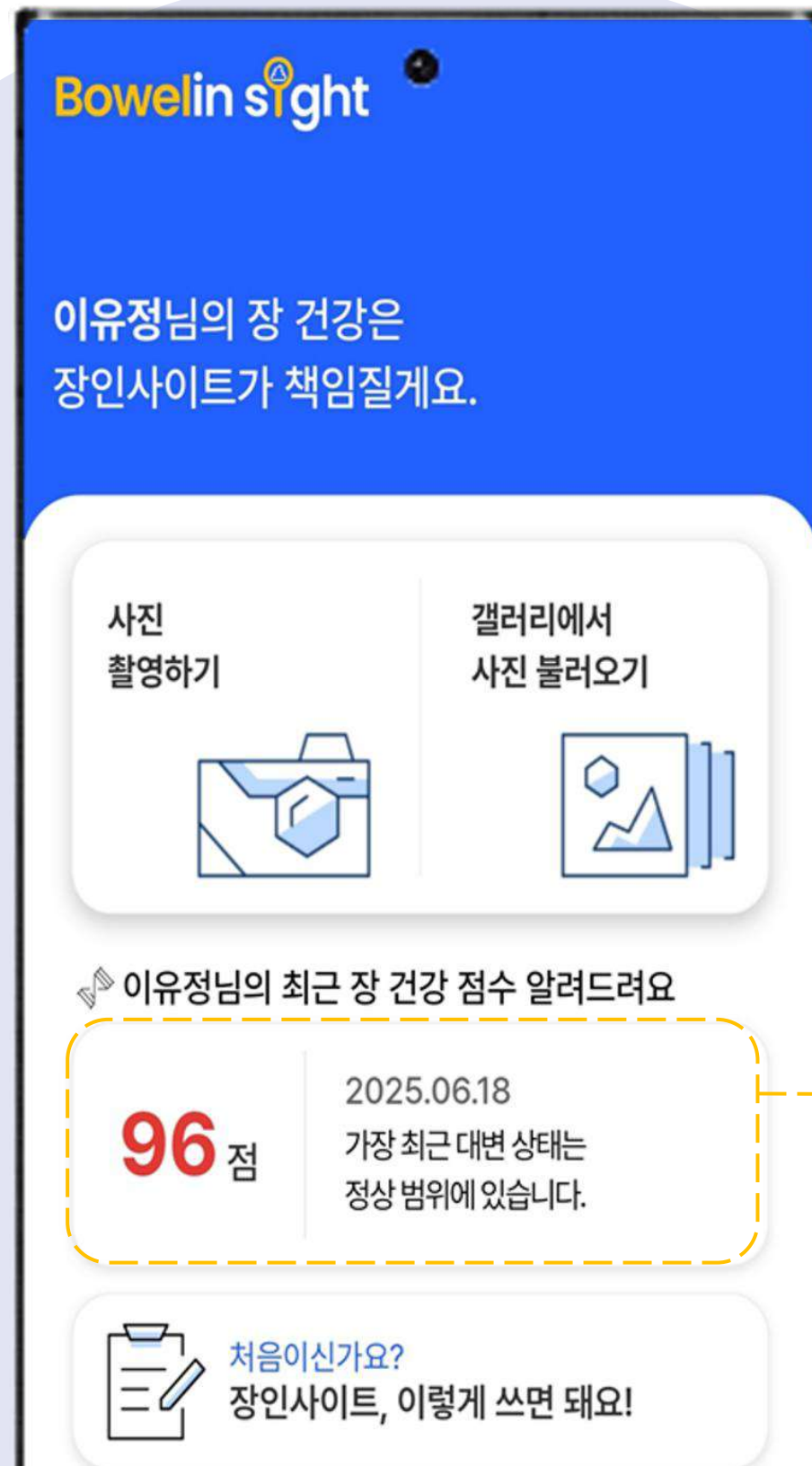






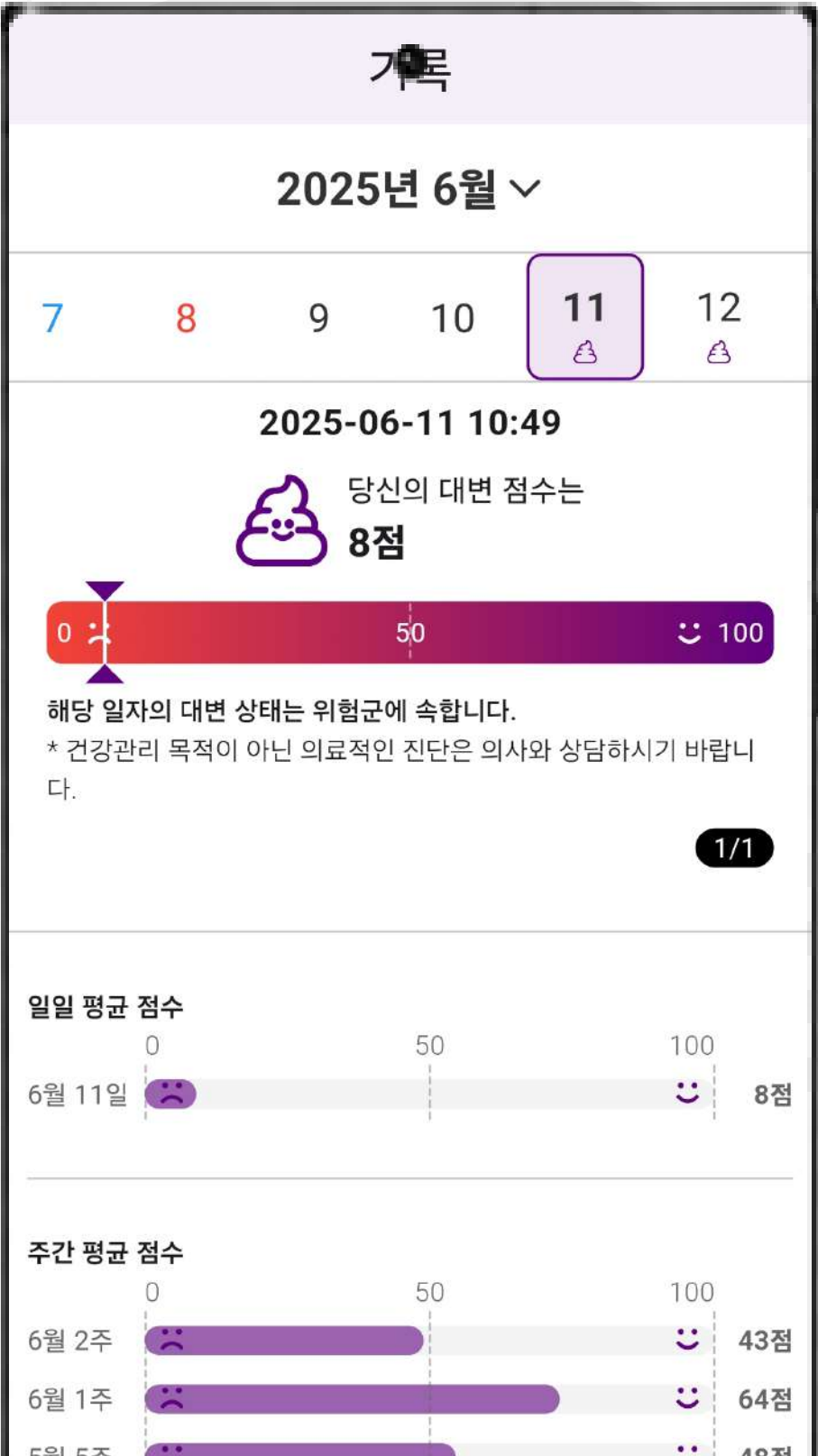
## 메인 화면

-  사진 촬영/갤러리
-  서비스 사용 방법
-  대변 상태에 대한 건강 정보



## 메인 화면

- 사진 촬영/갤러리
- 서비스 사용 방법
- 대변 상태에 대한 건강 정보
- 최근 분석한 대변 점수 제공  
당일 분석 결과와 비교해 개선 여부 확인 가능



## 기록 화면



날짜별 점수 제공



주간 통계 결과 제시



## 기록 화면

- 💡 날짜별 점수 제공
- 💡 주간 통계 결과 제시 [버튼으로 변경](#)
- 💡 분석 결과 상시 제공  
원할 때 마다 확인 가능해 기록 이해도 향상
- 💡 대변 이미지 확인 기능  
분석에 사용된 이미지를 직접 확인 가능

## 항목별 분석

### 질감

대변의 표면이 다소 부드럽고 균일한 상태이며, 물기가 적절히 포함되어 있어 소화과정이 비교적 원활했음을 나타냅니다.

### 형태

전체적으로 모양이 일정하며 부서지거나 흩어지지 않는 안정적인 형태를 유지하고 있습니다. 이는 장내 환경이 크게 불안정하지 않다는 신호입니다.

### 색깔

황금빛과 갈색이 조화롭게 섞여 있으며, 전반적으로 자연스러운 색조로 건강한 소화 상태를 반영합니다.

### 출혈 여부

사진에서 출혈의 흔적은 관찰되지 않습니다. 만약 출혈 증상이 지속될 경우, 전문의와 상담해보는 것이 필요합니다.

### 기타 의견

조금 더 수분 섭취와 규칙적인 식습관 유지가 도움될 수 있으며, 현재 상태를 꾸준히 모니터링 하는 것이 중요합니다.

이미지 숨김

이미지 확인

## 기록 화면



날짜별 점수 제공



주간 통계 결과 제시

버튼으로 변경



분석 결과 상시 제공

원할 때 마다 확인 가능해 기록 이해도 향상



대변 이미지 확인 기능

분석에 사용된 이미지를 직접 확인 가능



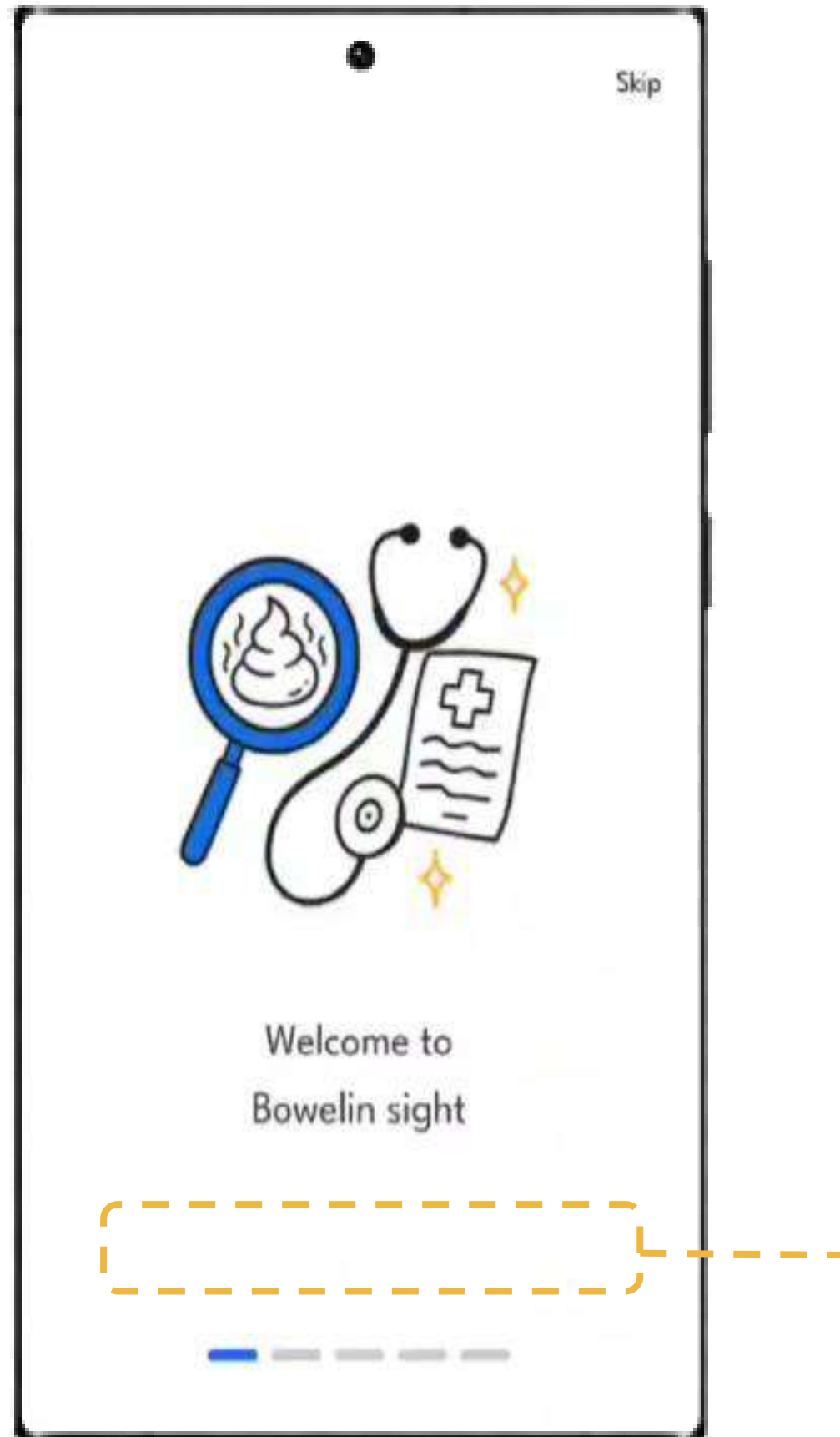
# Bowelin sight

※ 시연에 사용된 대변 영상 및 사진은  
연출되었습니다.



## Bowelin sight

※ 시연에 사용된 대변 영상 및 사진은  
연출되었습니다.





## Part 4

# 결론

4-1  
성과 및  
기대효과

4-2  
향후  
발전 계획

## 성과

- 변기를 인식하고 밝기, 기울기 등 사전에 의한 조건을 충족할 때 촬영이 이루어지도록 설계하여, 다양한 환경에서도 분석 결과의 일관성 확보
- 기존 앱 대비 **사용자의 시선을 고려한 UI/UX 개선**



## 기대효과

1

실제 사용 환경의 제약을 줄이고,  
분석 실패율은 최소화

2

자가 건강 모니터링의  
지속성과 이해도를 높일 수 있음

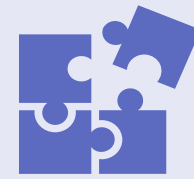
3

진료 시 참고 자료로  
분석 이미지 활용



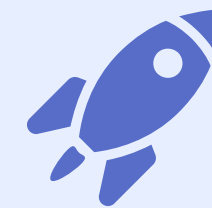
## AI 성능 고도화

실시간  
처리 속도 향상



## UX 개선

- 연령대 맞춤 UI 모드 제공
- 대변 외 이물질 탐지 시 재촬영 유도



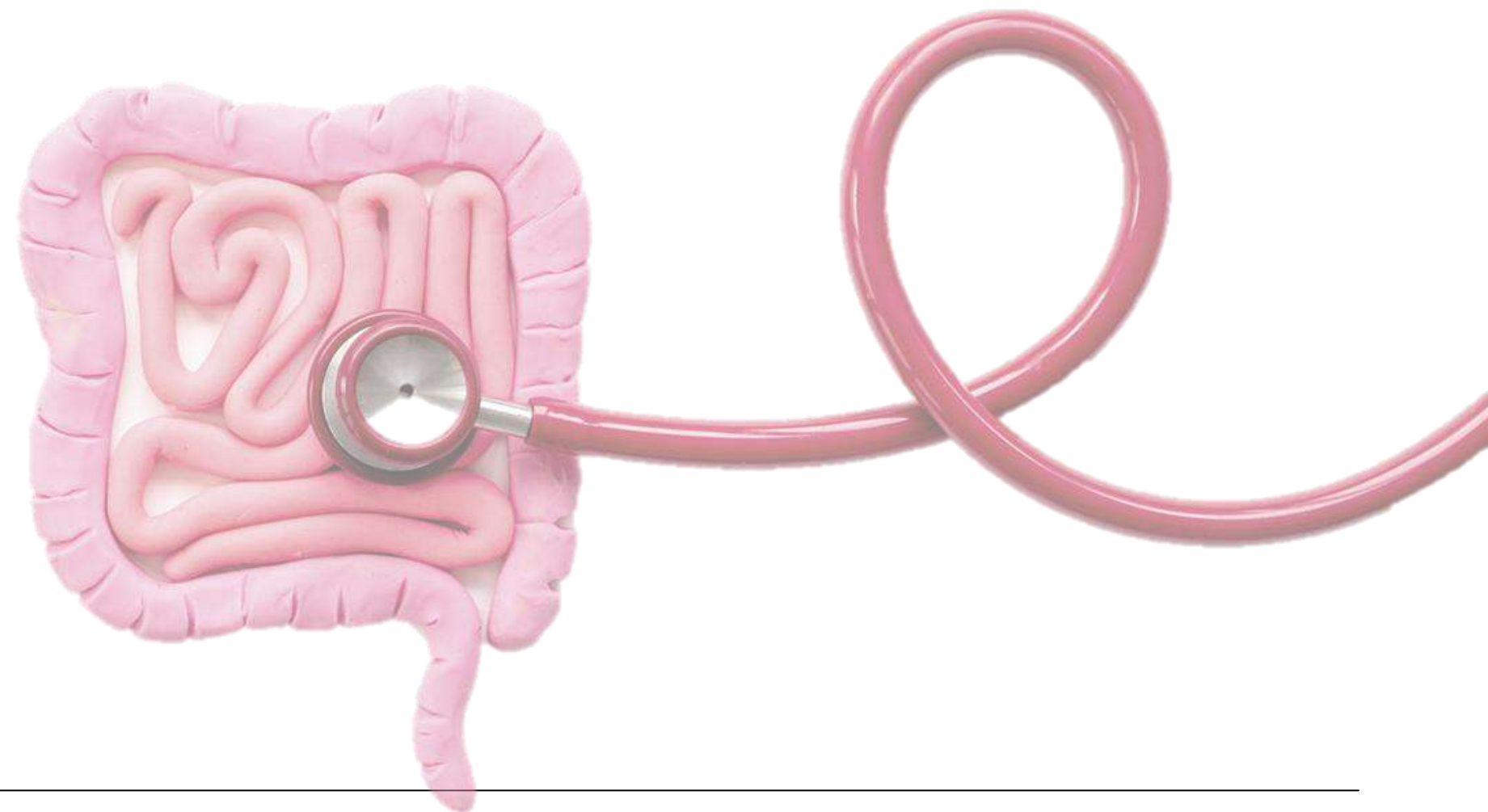
## 모바일 앱 전환

웹 기반 서비스에서  
앱으로 전환하여  
활용성 제고



---

# 감사합니다



## Reference

---

Lee JW, Woo D, Kim KO, Kim ES, Kim SK, Lee HS, Kang B, Lee YJ, Kim J, Jang BI, Kim EY, Jo HH, Chung YJ, Ryu H, Park SK, Park DI, Yu H, Jeong S; IBD Research Group of KASID and Crohn's and Colitis Association in Daegu-Gyeongbuk (CCAiD). Deep Learning Model Using Stool Pictures for Predicting Endoscopic Mucosal Inflammation in Patients With Ulcerative Colitis. *Am J Gastroenterol*. 2025 Jan 1;120(1):213-224. doi: 10.14309/ajg.0000000000002978. Epub 2024 Jul 25. PMID: 39051648; PMCID: PMC11676591.