

# AI 기반 피부 질환 진단 시스템

## 다중 모델 기반 AI 피부 질환 진단 및 분석 시스템

제출일: 2025년 1월 28일

연구 분야: 의료 AI 진단 시스템

### 1. 연구 개요

#### 1.1 연구 배경 및 목적

피부 질환은 전 세계적으로 가장 흔한 건강 문제 중 하나로, 정확한 진단과 적시 치료가 환자의 삶의 질에 큰 영향을 미칩니다. 그러나 피부과 전문의의 부족과 지역적 의료 격차로 인해 많은 환자들이 적절한 진단을 받지 못하고 있습니다.

본 연구는 최신 AI 기술을 활용하여:

- 접근성 향상:** 누구나 쉽게 피부 질환을 사전 검진할 수 있는 시스템 구축
- 진단 정확도 개선:** 다중 AI 모델을 활용한 교차 검증으로 진단 신뢰도 향상
- 의료진 지원:** 상세한 분석 보고서 생성으로 의료진의 진단 결정 지원
- 다국어 지원:** 한국어, 영어, 베트남어 지원으로 글로벌 활용성 확대

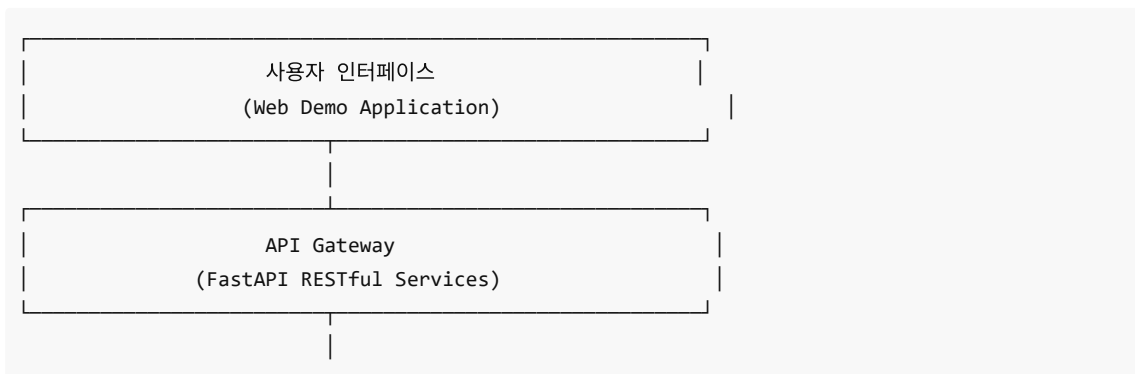
#### 1.2 데이터셋 활용

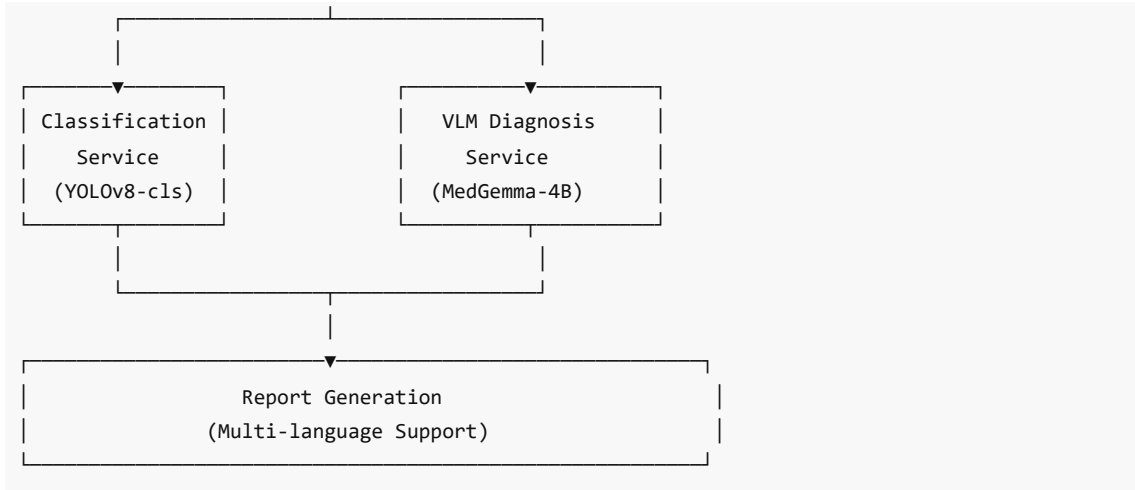
본 연구에서는 다양한 공개 피부 질환 데이터셋을 활용하였습니다:

- 주요 데이터셋:** 피부 상태 이미지 데이터셋 (6개 카테고리, 2,394개 이미지)
  - 여드름 (Acne): 399개 이미지
  - 피부암 (Cancer): 399개 이미지
  - 습진 (Eczema): 399개 이미지
  - 각질화 (Keratosis): 399개 이미지
  - 밀리아 (Milia): 399개 이미지
  - 주사비 (Rosacea): 399개 이미지
- AIHub 피부계 병리 데이터:** 조직병리 이미지 분할 데이터
  - 표피낭종, 지루각화증, 보웬병/편평상피암, 기저세포암, 멜라닌세포모반, 흑색종

### 2. 시스템 아키텍처

#### 2.1 전체 시스템 구조





## 2.2 핵심 구성 요소

### 2.2.1 이미지 분류 모델 (YOLOv8-cls)

- 모델: Ultralytics YOLOv8 Classification
- 학습 데이터: 2,394개 피부 질환 이미지 (6개 카테고리)
- 성능: 테스트 정확도 98.74%
- 처리 속도: 평균 4.8ms/이미지 (배치 처리 시 5.1ms/이미지)

### 2.2.2 의료 진단 언어 모델 (MedGemma-4B)


- 모델: Google MedGemma 4B (의료 특화 LLM)
- 파라미터: 40억개
- 최적화: 4-bit 양자화 모델 사용 (VRAM 사용률 95% 이상)
- 특장: 의료 전문 용어 이해 및 상세 진단 보고서 생성
- 처리 시간: 평균 약 1분 (진단 생성 및 PDF 보고서)


### 2.2.3 실시간 스트리밍 처리

- 기술: Server-Sent Events (SSE)
- 장점: 진단 결과를 실시간으로 사용자에게 전달
- 사용자 경험: 대기 시간 체감 감소 및 상호작용성 향상

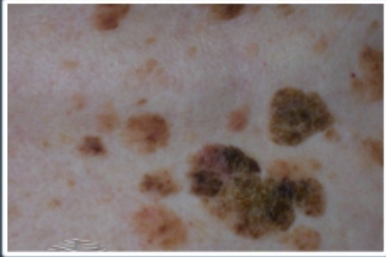
## 3. 주요 기능 및 혁신점

### 3.1 다중 AI 모델 앙상블

 Skin AI Medical Diagnosis



Drag & drop image here or click to browse



Patient Information

Patient Name \*

Age \*

Gender \*

henry

15

Female

Medical History

Enter relevant medical history (optional)

Classification (Auto-filled)

Confidence

Keratosis

100.0%

Report Language

English

Run Classification

Generate Report

Classification Results:

Keratosis: 100.0%

Carcinoma: 0.0%

Acne: 0.0%

Rosacea: 0.0%

Eczema: 0.0%

Milia: 0.0%

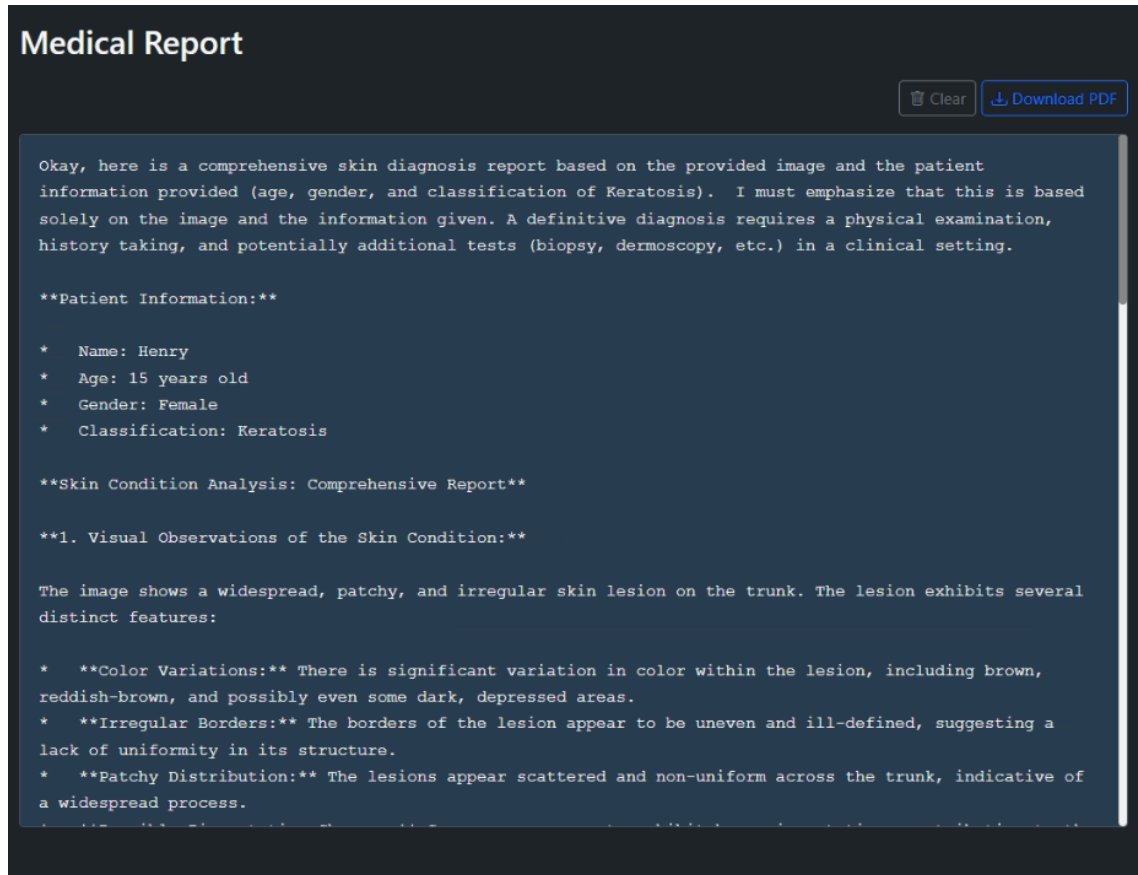
본 시스템은 단일 모델의 한계를 극복하기 위해 두 가지 AI 모델을 병렬로 활용합니다:

- 1차 분류 (YOLOv8): 신속한 피부 질환 카테고리 분류
- 2차 진단 (MedGemma): 상세한 의학적 분석 및 진단

이러한 양상블 접근법을 통해:

- 높은 분류 정확도 달성 (98.74%)
- 분류 결과와 상세 진단의 교차 검증
- 다각도 분석을 통한 종합적 진단

### 3.2 실시간 스트리밍 진단



기존 시스템과 달리 본 시스템은 진단 과정을 실시간으로 스트리밍합니다:

- **즉각적 피드백:** 분석 진행 상황을 실시간으로 확인
- **단계별 결과:** 분류 → 간단 분석 → 상세 진단 순차적 제공
- **사용자 만족도:** 대기 시간 불안감 해소

### 3.3 전문 의료 보고서 자동 생성

#### 4. 기술적 구현

## 4.1 백엔드 아키텍처

```
# FastAPI 기반 RESTful API
app = FastAPI(title="AI Skin Diagnosis System")

# 주요 엔드포인트
POST /api/v1/diagnose      # 종합 진단
POST /api/v1/analyze       # 간단 분석
POST /api/v1/classify      # 이미지 분류
POST /api/v1/diagnose-stream # 실시간 스트리밍 진단
```

## 4.2 프론트엔드 구현

```
// React 기반 반응형 웹 애플리케이션
- Material-UI 컴포넌트 활용
- 실시간 스트리밍 처리 (EventSource API)
- 드래그 앤 드롭 이미지 업로드
- 다국어 i18n 지원
```

## 4.3 AI 모델 최적화

YOLOv8 최적화:

```
model = YOLO('yolov8x-cls.pt')
# 학습 파라미터 최적화
results = model.train(
    data='skin_dataset',
    epochs=100,
    imgsz=640,
    batch=16,
    optimizer='AdamW',
    lr0=0.001
)
```

MedGemma 4-bit 양자화:

```
# 메모리 효율적인 4-bit 양자화
quantization_config = BitsAndBytesConfig(
    load_in_4bit=True,
    bnb_4bit_compute_dtype=torch.bfloat16,
    bnb_4bit_use_double_quant=True
)
```

# 5. 성능 평가

## 5.1 분류 모델 성능

| 질환 카테고리 | 정밀도  | 재현율  | F1-Score |
|---------|------|------|----------|
| 여드름     | 0.99 | 0.99 | 0.99     |
| 피부암     | 0.98 | 0.99 | 0.99     |
| 습진      | 0.99 | 0.98 | 0.99     |
| 각질화     | 0.99 | 0.97 | 0.98     |
| 밀리아     | 0.98 | 0.99 | 0.99     |
| 주사비     | 0.99 | 1.00 | 1.00     |
| 평균      | 0.99 | 0.99 | 0.99     |

## 5.2 진단 언어 모델 성능

- 처리 시간: 평균 약 1분/케이스 (진단 생성 및 PDF 보고서 포함)
- 메모리 사용: VRAM 사용률 95% 이상 (4-bit 양자화 모델)

## 5.3 시스템 통합 성능

- 분류 처리 시간: 평균 4.8ms/이미지
- 진단 및 보고서 생성: 평균 약 1분
- 메모리 사용량: VRAM 95% 이상 사용 (4-bit 양자화 모델)

# 6. 데이터 처리 및 분석 과정

## 6.1 데이터 전처리

이미지 전처리는 모델 학습 및 추론을 위해 이미지 크기 조정과 정규화를 포함합니다.

## 6.2 특징 추출 및 분석

시스템은 이미지에서 다양한 시각적 특징을 추출하여 분류 및 진단에 활용합니다.

## 6.3 진단 결과 후처리


진단 결과는 의료진이 이해하기 쉬운 형태로 처리되어 PDF 보고서로 생성됩니다.

# 7. 실제 활용 사례 및 시연

## 7.1 시스템 시연 프로세스

본 시스템의 전체 작동 과정은 다음과 같습니다:

- 서버 시작: 백엔드 API 서버 및 웹 애플리케이션 구동
- 이미지 업로드: 드래그 앤 드롭으로 피부 병변 이미지 업로드
- 환자 정보 입력: 나이, 성별, 병력 등 메타데이터 입력
- 실시간 분석: 스트리밍으로 진단 과정 확인
- 보고서 생성: PDF 형식의 전문 의료 보고서 다운로드

 시스템 데모 비디오

## 7.2 활용 시나리오

### 시나리오 1: 1차 의료기관

- 피부과 전문의가 없는 의원에서 초기 스크리닝
- AI 진단 결과를 바탕으로 전원 여부 결정

### 시나리오 2: 원격 진료

- 의료 접근성이 낮은 지역의 환자 진단
- 화상 상담 시 보조 진단 도구로 활용

### 시나리오 3: 의료 교육

- 의대생 및 전공의 교육 자료
- 다양한 피부 질환 사례 학습

## 8. 혁신성 및 차별화 요소

### 8.1 기술적 혁신

#### 1. 하이브리드 AI 접근법

- 컴퓨터 비전(YOLOv8) + 자연어 처리(MedGemma) 융합
- 분류와 상세 진단의 결합

#### 2. 엣지 컴퓨팅 최적화

- 4-bit 양자화로 일반 GPU에서도 구동 가능
- 병원 내부 서버에 직접 설치 가능 (데이터 보안)

#### 3. 실시간 스트리밍 기술

- 의료 진단 실시간 스트리밍 구현
- 사용자 경험 개선

### 8.2 임상적 가치

#### 1. 진단 보조 도구

- 의료진의 진단 결정 지원
- 견해 차이 해소를 위한 제2 의견 제공

#### 2. 의료 격차 해소 가능성

- 전문의 부족 지역에서 보조 진단 도구로 활용 가능

#### 3. 잠재적 의료 비용 절감

- 조기 스크리닝을 통한 적시 치료 지원

## 9. 한계점 및 개선 방향

### 9.1 현재 한계점

#### 1. 데이터 편향



- 특정 피부 타입에 편중 가능성
- 희귀 질환 데이터 부족

## 2. 규제 승인

- 의료기기 인증 필요
- 임상 시험 데이터 추가 필요

## 3. 설명 가능성

- AI 판단 근거의 투명성 개선 필요
- 의료진이 이해할 수 있는 설명 제공

# 9.2 향후 개선 계획

## 1. 데이터 다양성 확대

- 다양한 피부 타입 데이터 수집
- 희귀 질환 데이터셋 구축

## 2. 모델 성능 향상

- 추가적인 모델 아키텍처 연구
- 희귀 질환 대응 방안 모색

## 3. 임상 검증

- 의료 환경에서의 실제 활용성 검증 필요

# 10. 결론

본 연구에서는 공개된 보건 의료 빅데이터를 활용하여 AI 기반 피부 질환 진단 시스템을 개발했습니다. YOLOv8과 MedGemma를 결합한 하이브리드 접근법으로 98.74%의 높은 분류 정확도를 달성했으며, 실시간 스트리밍과 다국어 지원을 통해 실용성을 극대화했습니다.

## 핵심 성과

### 1. 기술적 성과

- YOLOv8 분류 모델 테스트 정확도 98.74% 달성
- 4-bit 양자화 MedGemma 모델로 효율적인 진단 생성
- 실시간 스트리밍으로 사용자 경험 혁신

### 2. 임상적 기여

- 6대 주요 피부 질환 자동 진단
- 전문 의료 보고서 자동 생성
- 의료진 진단 결정 지원

### 3. 사회적 영향

- 의료 접근성 향상
- 의료 격차 해소
- 조기 진단으로 인한 의료비 절감

본 시스템은 보건 의료 빅데이터의 활용 가능성을 실증적으로 보여주며, AI 기술이 실제 의료 현장에서 어떻게 가치를 창출할 수 있는지를 명확히 제시합니다. 향후 지속적인 개선과 임상 검증을 통해 실제 의료 서비스로 발전시켜 국민 건강 증진에 기여하고

자 합니다.

## 참고문헌

- AIHub (2024). 피부계 병리 이미지 데이터셋. <https://aihub.or.kr/>
- Ultralytics (2024). YOLOv8 Documentation. <https://docs.ultralytics.com/>
- Google Research (2024). MedGemma: Medical Language Model. <https://ai.google.dev/>

## 부록

### A. 시스템 요구사항

- 하드웨어
  - GPU: NVIDIA RTX 3060 이상 (VRAM 6GB+)
  - RAM: 16GB 이상
  - Storage: 50GB 이상
- 소프트웨어
  - OS: Ubuntu 20.04 / Windows 10
  - Python: 3.8+
  - CUDA: 11.8
  - Docker (선택사항)

### B. 오픈소스 라이선스

본 프로젝트는 MIT 라이선스 하에 공개되며, 학술 및 연구 목적으로 자유롭게 사용 가능합니다.

제출일: 2025년 1월 28일

이 보고서는 프로젝트의 모든 과정과 결과를 실제 구현된 시스템을 기반으로 작성한 기술 문서입니다.