



# 녹내장 환자를 위한 시야 보완 영상처리 시스템

의료영상처리의 이론 및 실습 프로젝트

팀 | 4조


팀원 | 오재은, 김유빈, 박지훈, 이은서, 정혜교

01	INTRODUCTION	프로젝트 소개
02	DATA DESCRIPTION	데이터 설명
03	ALGORITHM	알고리즘 구현 과정
04	RESULT	결과 분석
05	DISCUSSION	한계점 및 향후 기대 방향

# INTRODUCTION | BACKGROUND

Author Manuscript

Author Manuscript

**HHS Public Access**  
Author manuscript  
*Am J Ophthalmol.* Author manuscript; available in PMC 2021 February 01.

Published in final edited form as:  
*Am J Ophthalmol.* 2020 February ; 210: 125–135. doi:10.1016/j.ajo.2019.10.006.

**Expansion of Peripheral Visual Field with Novel Virtual Reality Digital Spectacles**

**Ahmed M Sayed<sup>1,2</sup>, Mostafa Abdel-Mottaleb<sup>3</sup>, Rashed Kashem<sup>3</sup>, Vatookarn Roongpoovapatr<sup>1</sup>, Amr Elsayy<sup>1,3</sup>, Mohamed Abdel-Mottaleb<sup>3</sup>, Richard K Parrish II<sup>1</sup>, Mohamed Abou Shousha<sup>1,3,4</sup>**

<sup>1</sup>Bascom Palmer Eye Institute, University of Miami, Miami, FL

<sup>2</sup>Biomedical Engineering Department, Helwan University, Helwan, Egypt

<sup>3</sup>Department of Electrical and Computer Engineering, University of Miami, Miami, FL

<sup>4</sup>Biomedical Engineering Department, University of Miami, Miami, FL

[출처] <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7002244/pdf/nihms-1059599.pdf>

사용자 맞춤형 녹내장 환자의 시야 보완 시스템에 관한 기존 연구

# INTRODUCTION | BACKGROUND

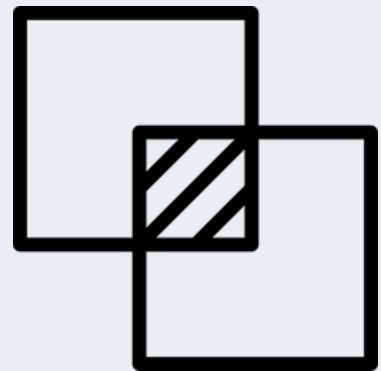


현대적 시각 보조 기기의  
안전성과 독립성 충분히 달성 X

시각 보조 기기 효과에 대한  
제한적 평가



## 기존 문제점

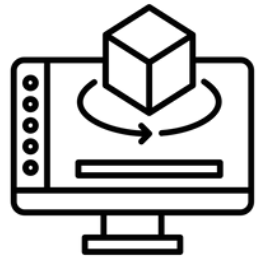


남은 시야를 축소하거나 재배치  
→ 해상도 감소 및 이미지 중첩 발생

시야 보완 효과 테스트를  
2D 이미지에만 적용  
→ 실제 시뮬레이션에  
대한 한계



# INTRODUCTION | PURPOSE



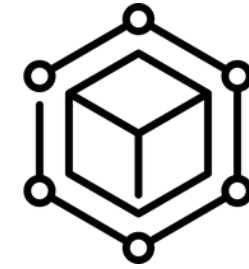
## 2D → 비디오

2D 이미지 리매핑  
↓  
비디오 리매핑



## 맞춤형 보완

중심 시야 결손 보완  
↓  
환자 맞춤형 시야 결손  
패턴 분석 후 보완



## 객체 강조

객체 강조를 위한  
영상처리 적용



## 웹 구현

웹페이지 제작

# DATA DESCRIPTION

→ 녹내장 환자의 시야 검사 결과

UWHVF Dataset

[출처] <https://tvst.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2778219>  
<https://github.com/uw-biomedical-ml/uwhvf>

## 워싱턴 대학교 안과에서 공개한 Humphrey Visual Fields (HFA) Dataset

- 3,871명의 환자와 7,428개의 눈에서 28,943개의 Humphrey Visual Field(HVF) 검사를 포함하는 JSON 파일
- 측정 시기, 연령, 성별, 좌우 눈 정보 제공
- 민감도, 총 편차(TD), 패턴 편차(PD) 등의 값 포함 (민감도 및 TD 값은 8x9 matrix로 제공)
- **JSON 형식**으로 제공되어 기계학습에 활용 가능

→ 테스트에 필요한 비디오 데이터

Video Data

## 녹내장 환자의 시야 보완 알고리즘 테스트를 위한 다양한 비디오 선별

- 주변 객체 인식(ex. 사람, 동물 등)을 위한 테스트 비디오
- 차량 운전 비디오  
→ 녹내장 환자가 일상생활에 가장 불편을 느끼는 상황
- 기타 테스트 비디오 (나무, 도로 등의 물체가 포함된 비디오)  
→ **Remapping 전과 후의 환자들의 주변 시야 능력을 비교**

## 비디오 데이터 사용 시 장점

- 녹내장 환자의 시야 보완 처리가 실시간으로 잘 작동하는지, 영상의 자연스러운 흐름을 방해하지 않는지 테스트 가능
- 움직이는 물체에 대한 시야 보완 처리를 확인할 수 있음
- 추후 VR 기기 개발 시 사용자가 실제 환경에서 시야 보완 효과를 테스트하여 인지적 반응(불편함, 어지러움 등)을 평가

# UWHVF DATASET

## JSON 파일 분석

### [ UWHVF Dataset의 JSON File 데이터 세트 기본 구조 ]

기본 정보:

pts: 3871

eyes: 7428

hvfs: 28943 (Humphrey Visual Fields)

데이터 기본 정보:

총 레코드 수: 14510

컬럼 목록:

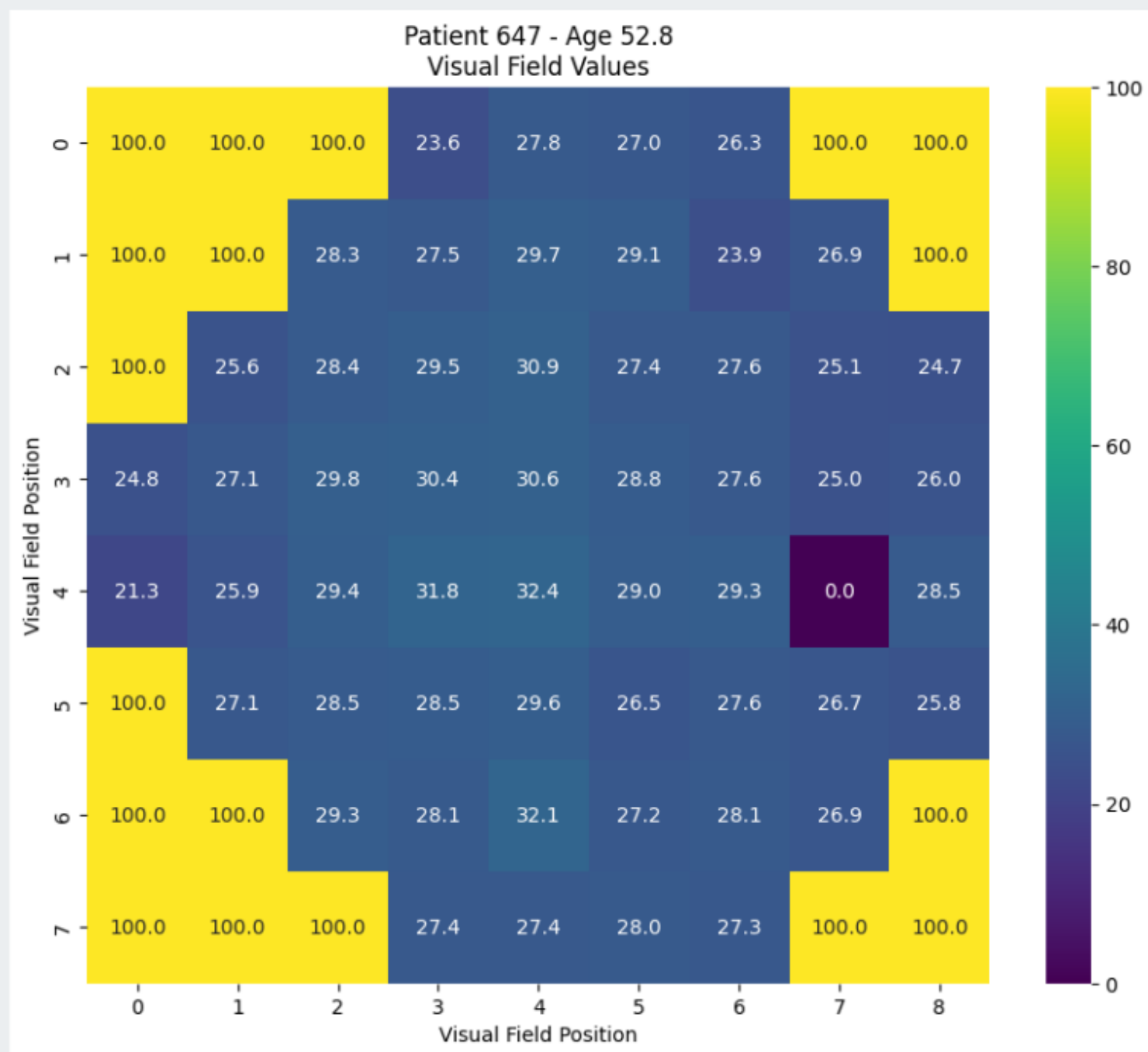
['patient\_id', 'gender', 'year', 'age', 'hvf', 'hvf\_seq', 'td', 'td\_seq']

- 우리 프로젝트에서는 **시야 결손 패턴**이 필요하기에 **‘hvf’ column**을 사용
- 그리고 이를 활용하여 **매트릭스를 시각화** → 시야 결손 패턴을 만들기 위해 **VF 값 분석** 진행

# UWHVF DATASET

## JSON 파일 분석

### [ 특정 Patient ID의 HVF Matrix ]



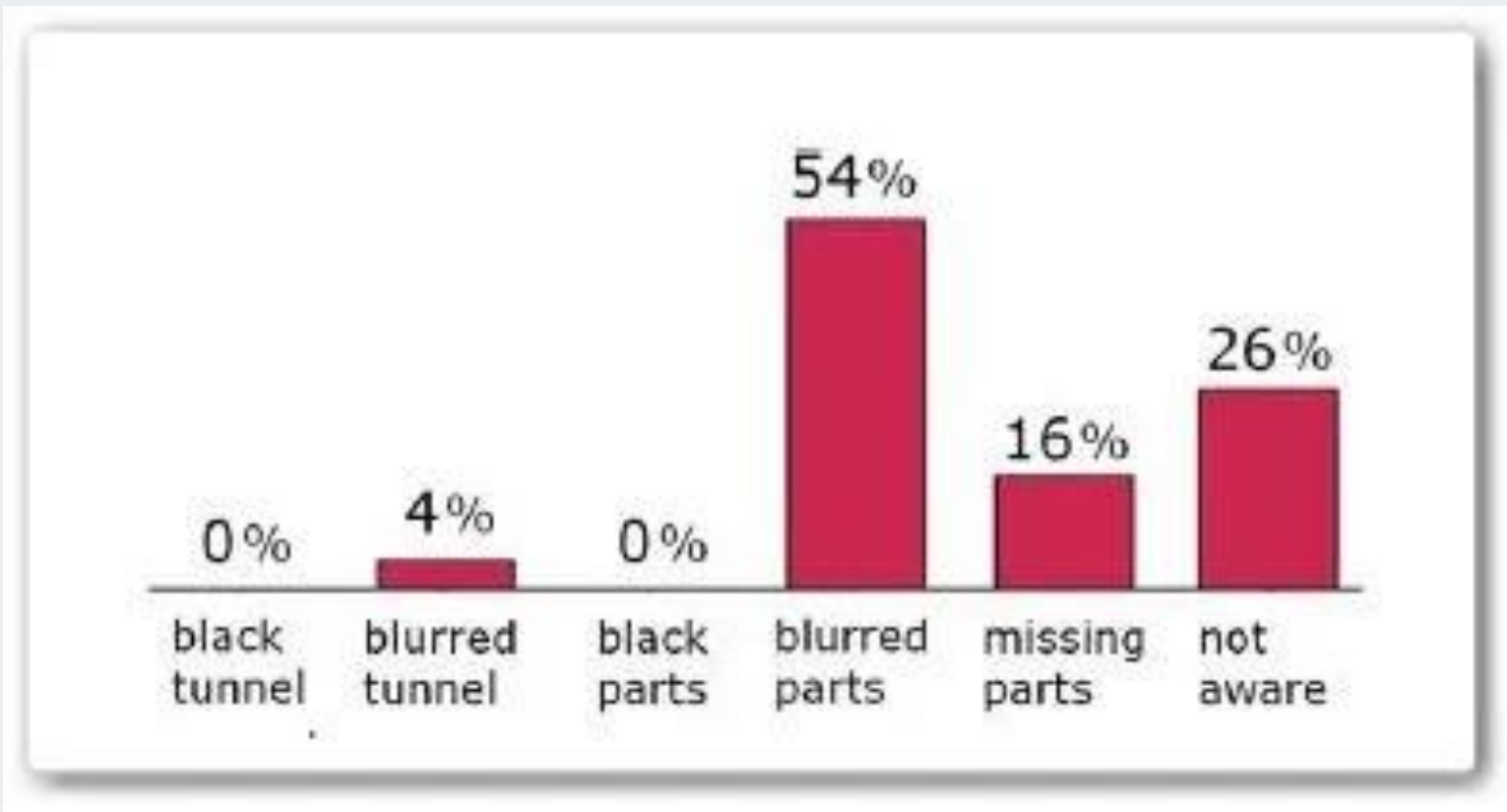
- 각 Value의 단위: dB(데시벨)
  - 이는 각 지점에서 환자가 감지할 수 있는 빛의 **감도**를 나타냄
  - 높은 숫자일수록 시야 검사 시 측정하는 더 약한 빛을 잘 감지하는 영역 (해당 영역에서 **시각이 더 민감**하다는 뜻)
- 맹점: (4,7) 위치의 0.0 dB
- 정상 범위: 대략 25-32 dB 사이  
(그 이하일수록 잠재적 시야 결손을 시사)
- 측정 영역 밖: 100 dB
- 시야 결손 값의 기준?
  - Humphrey Visual Field Test 같은 시야 검사 기기에서는 보통 10 dB 이하를 완전한 결손 임계값으로 간주

[출처] [ssa.gov](http://ssa.gov)



# UWHVF DATASET

## HVF Matrix 시각화



[출처] CRABB, D. P. A view on glaucoma—are we seeing it clearly?. Eye, 2016, 30.2: 304-313.

- 녹내장 환자들이 실제로 어떻게 보이는지 설문한 연구 논문 결과 대부분의 환자들이 **blurred parts**(주변에 흐리게 보이는 부분)이 많았음
- 따라서 시야 결손 패턴 생성시 결손 부분을 **가우시안 블러 형태로** 처리



# ALGORITHM | 알고리즘 구현 과정

1

환자 ID 입력

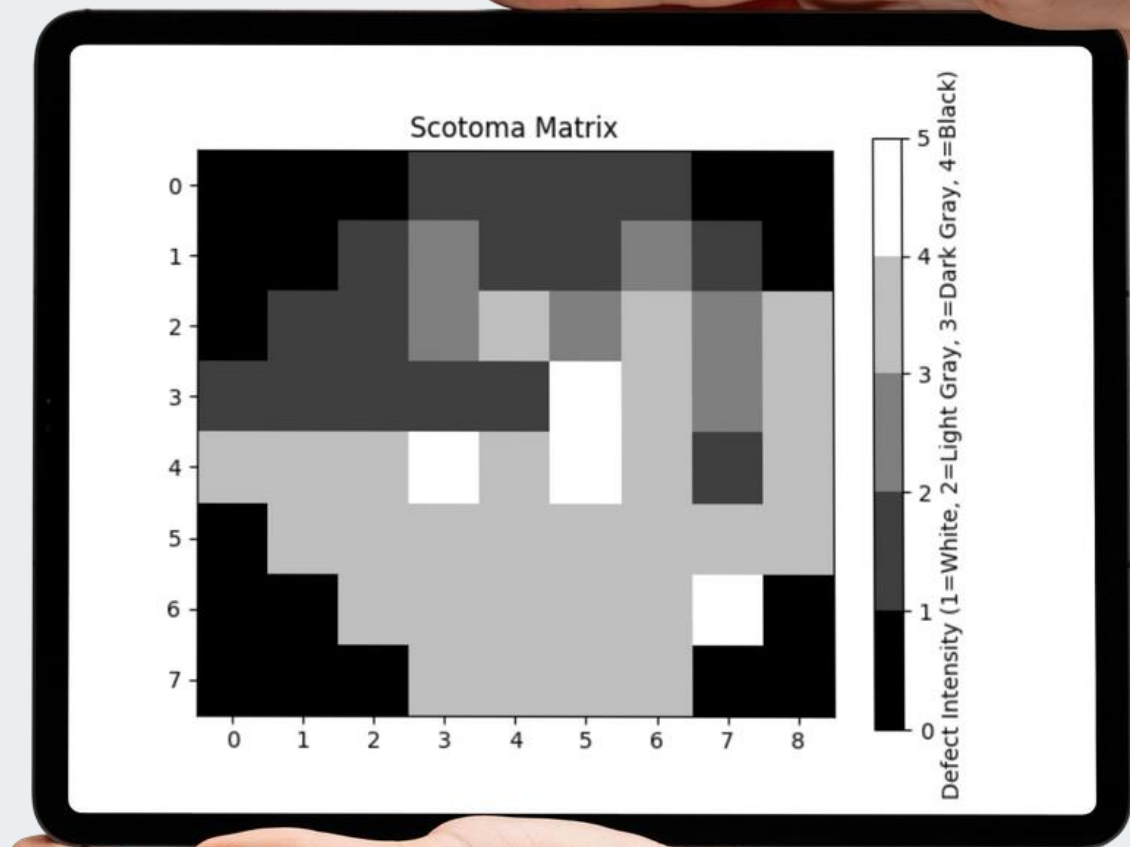
Streamlit 웹페이지에 환자 ID, 영상,  
json 파일 입력 후 “처리 시작”

2

시야결손 매트릭스 생성

- json 파일에서 입력한 환자의 HVF 데이터 값 추출
- HVF 데이터로 시야 결손 matrix 생성

ex.





# ALGORITHM | 알고리즘 구현 과정

3

## YOLO 탐지

YOLOv8로 객체(차량, 사람 등) 탐지 후 Bounding Box 생성  
→ Bounding Box로 주요 객체를 강조하여 위험 발생 가능성 감소 효과

ex.



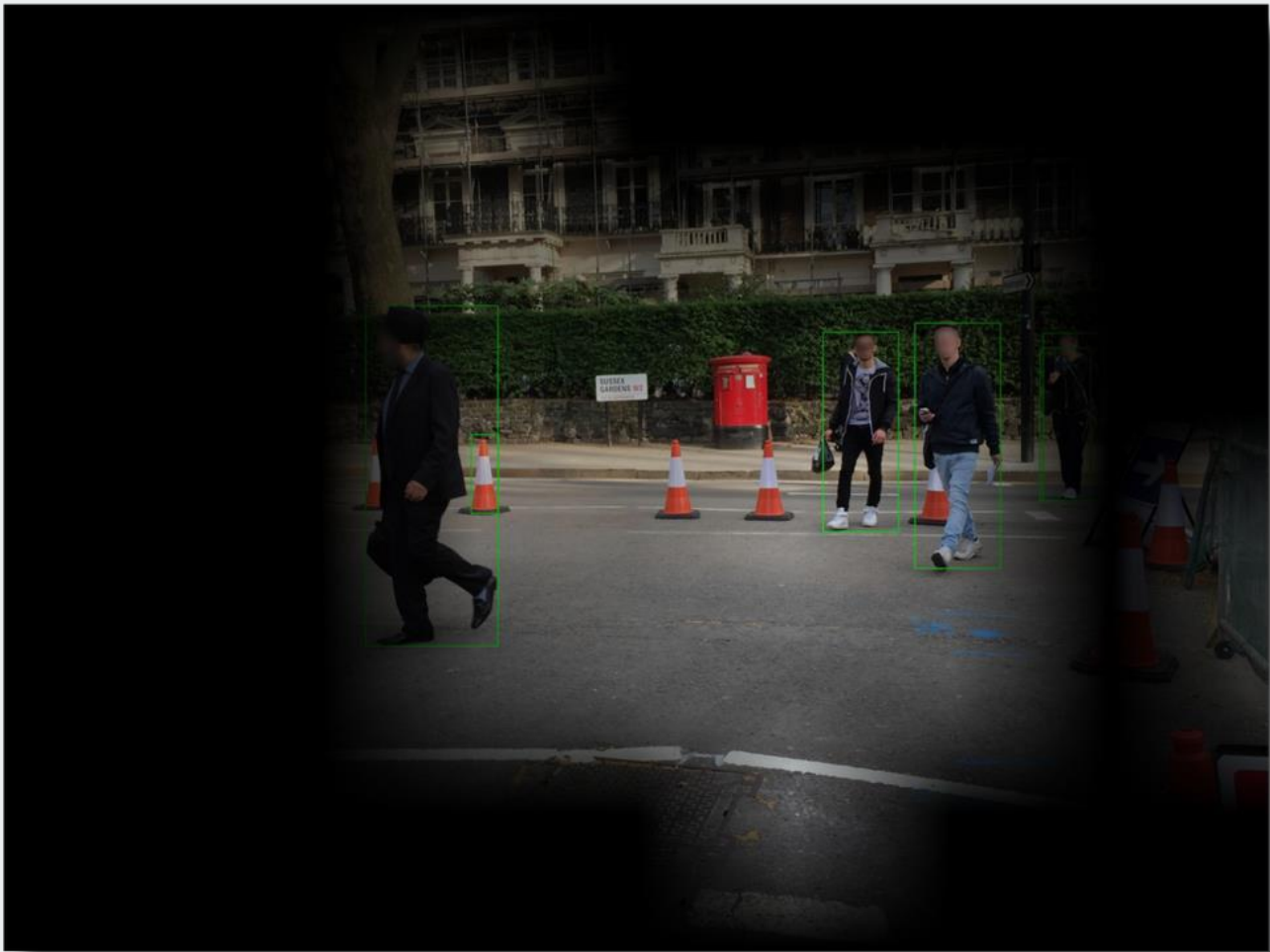
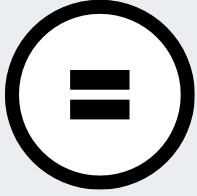
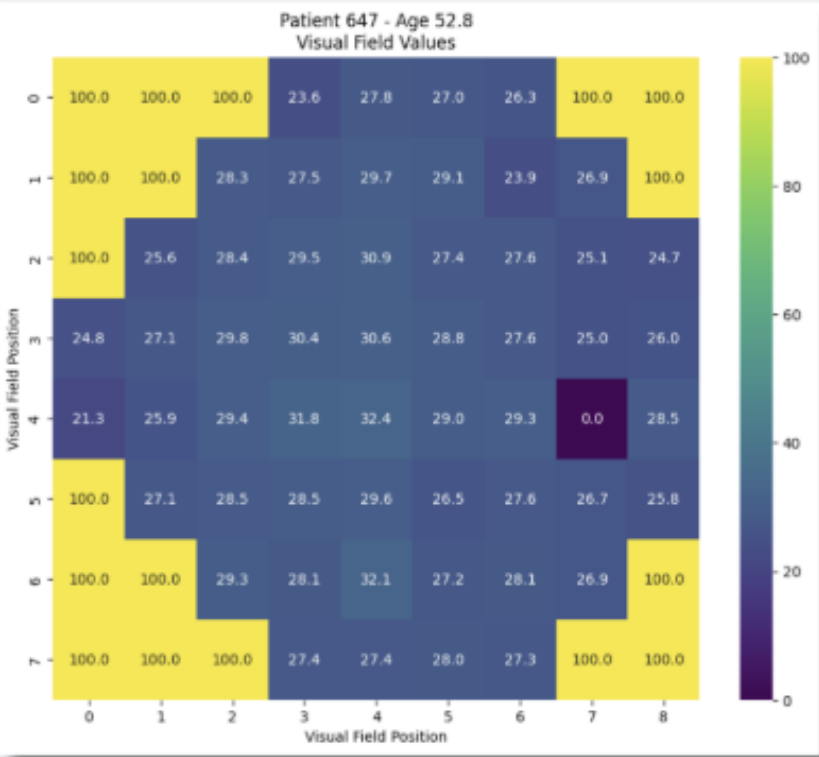
[출처]

<https://yolov8.com>

# ALGORITHM | 알고리즘 구현 과정

## 시야결손 패턴 결합

- 시야 결손 Matrix를 영상 크기에 맞게 조정
- 시야 결손 Matrix와 영상 결합

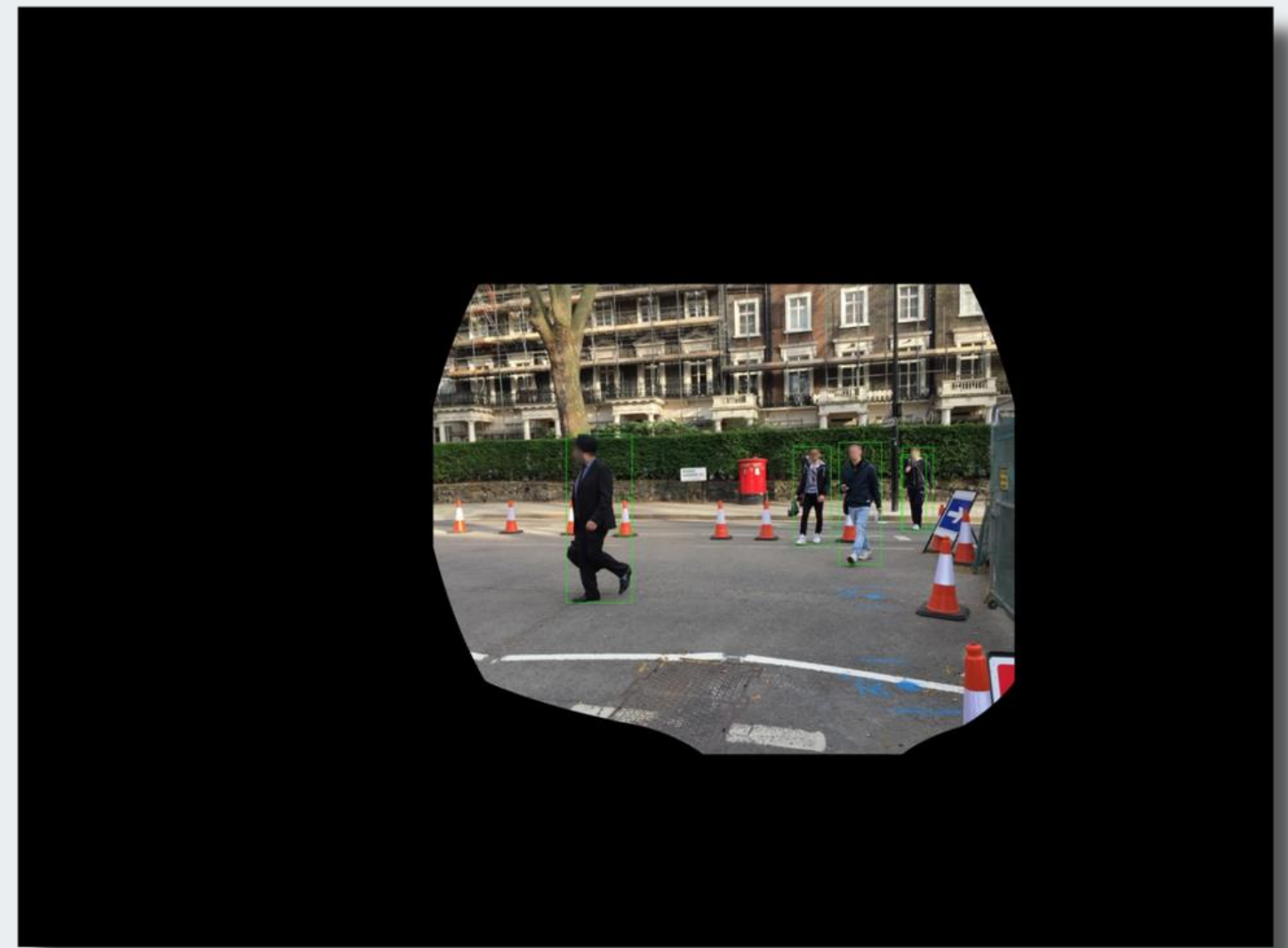
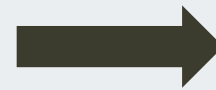




# ALGORITHM | 알고리즘 구현 과정



[ Visual Field Detect ]



[ Remapped Image ]

전체 이미지를 잔여 시야 부분으로 이미지 리매핑 (결손부위로 안 보이던 부분을 볼 수 있는 **시야 확장 효과**)

# ALGORITHM | 알고리즘 구현 과정

## 민감도 기반 리매핑

민감도 **20 ~ 40dB** 부분에 Remapping(20 ~ 40dB 부분에서 일상생활 지장X 때문)

cf) 민감도 별 시야 결손 정도

30 ~ 40dB : **정상** 시야

20 ~ 30dB : 일부 결손, **일상생활 지장 X**

10 ~ 20dB : **불편함**을 느끼기 시작

10dB 이하 : 일상생활에 **큰 불편함**

20 ~ 40dB 해당하는 성분 중 가장 큰 연결 성분 찾기

→ 해당 부분의 가장 큰 영역 생성

→ 가장 큰 연결 성분의 좌표(x, y)를 찾고 시야 **결손 패턴 값에 따라 좌표에 가중치 부여**

→ 해당 영역의 중심 계산 후 축소 영상 배치

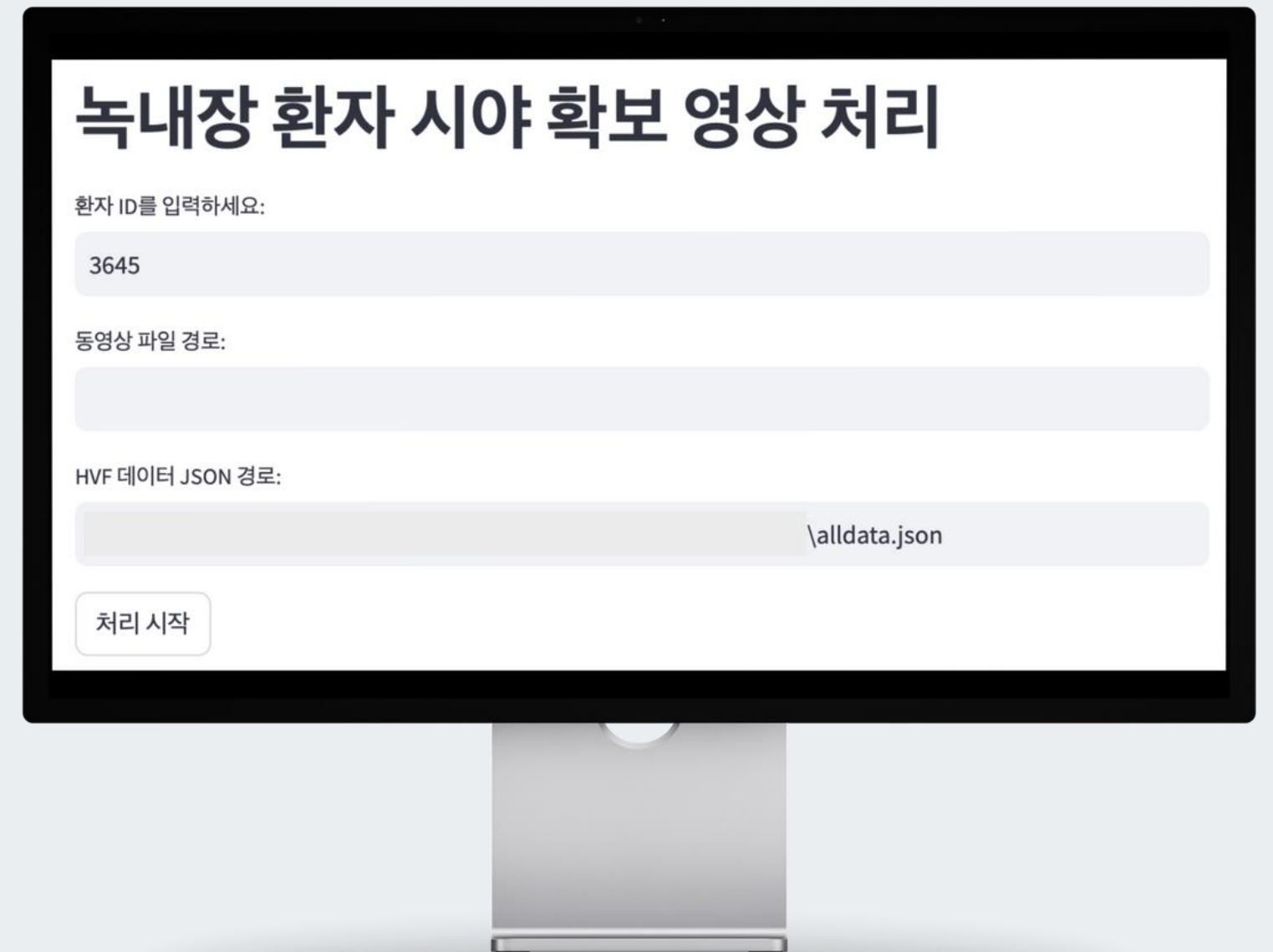
# ALGORITHM | 알고리즘 구현 과정

## 실제 시야처럼 재구성

- 영상 Remapping 후 녹내장 환자가 실제 보는 것처럼 시야 결손 패턴 추가하여 재구성
- 웹페이지 제작 : 환자 ID 및 json 파일 입력 → 영상 Remapping 결과 저장

## 웹페이지 제작

ex.



**녹내장 환자 시야 확보 영상 처리**

환자 ID를 입력하세요:

3645

동영상 파일 경로:

HVF 데이터 JSON 경로:

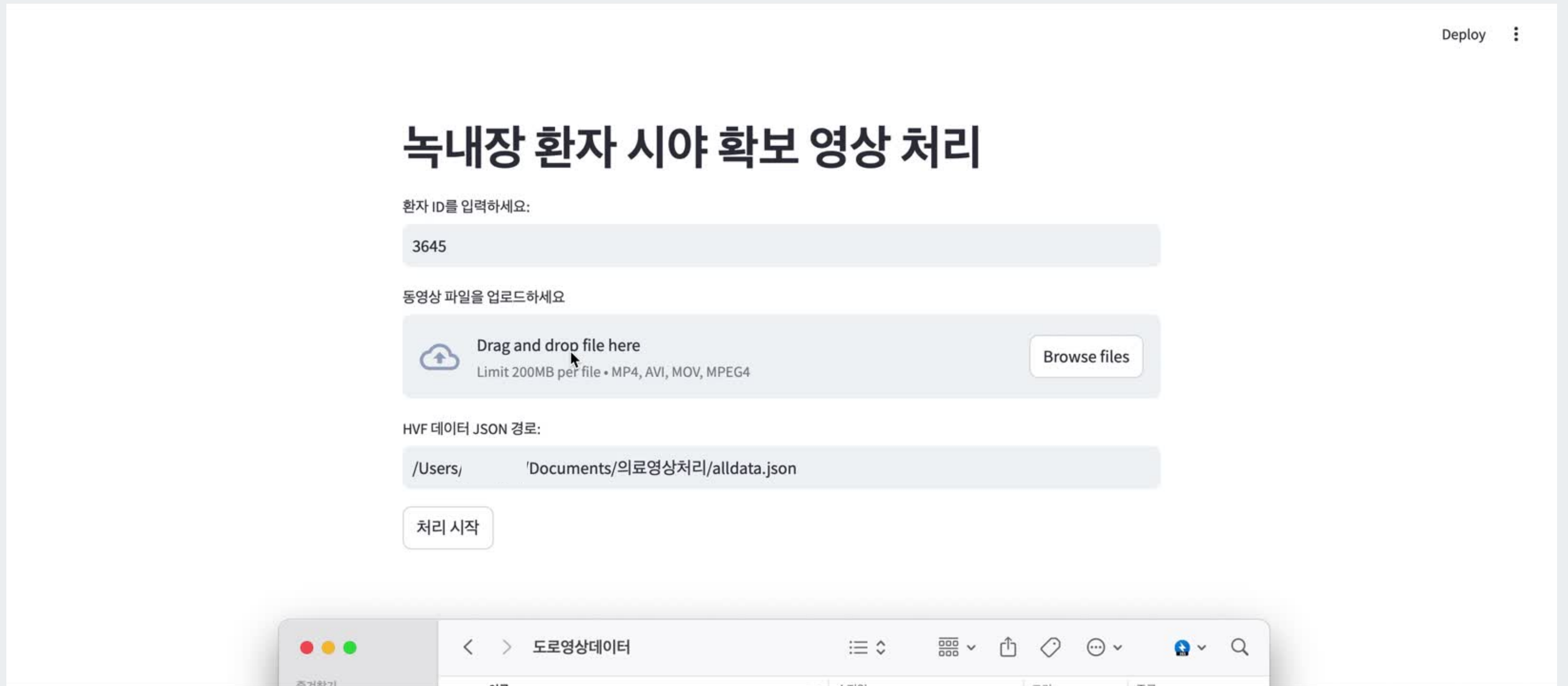
\\alldata.json

처리 시작

# RESULT | 결과 분석

>>> 동영상 시연 결과

→ 환자 ID: 3645





# RESULT | 결과 분석

## >>> 동영상 시연 결과

시야 결손이 큰 경우 지나친 이미지 축소 및 왜곡을 줄이기 위해  
정상 시야 내에 완전히 리매핑을 하지 않았음

→ 환자 ID: 248

<원본 이미지>

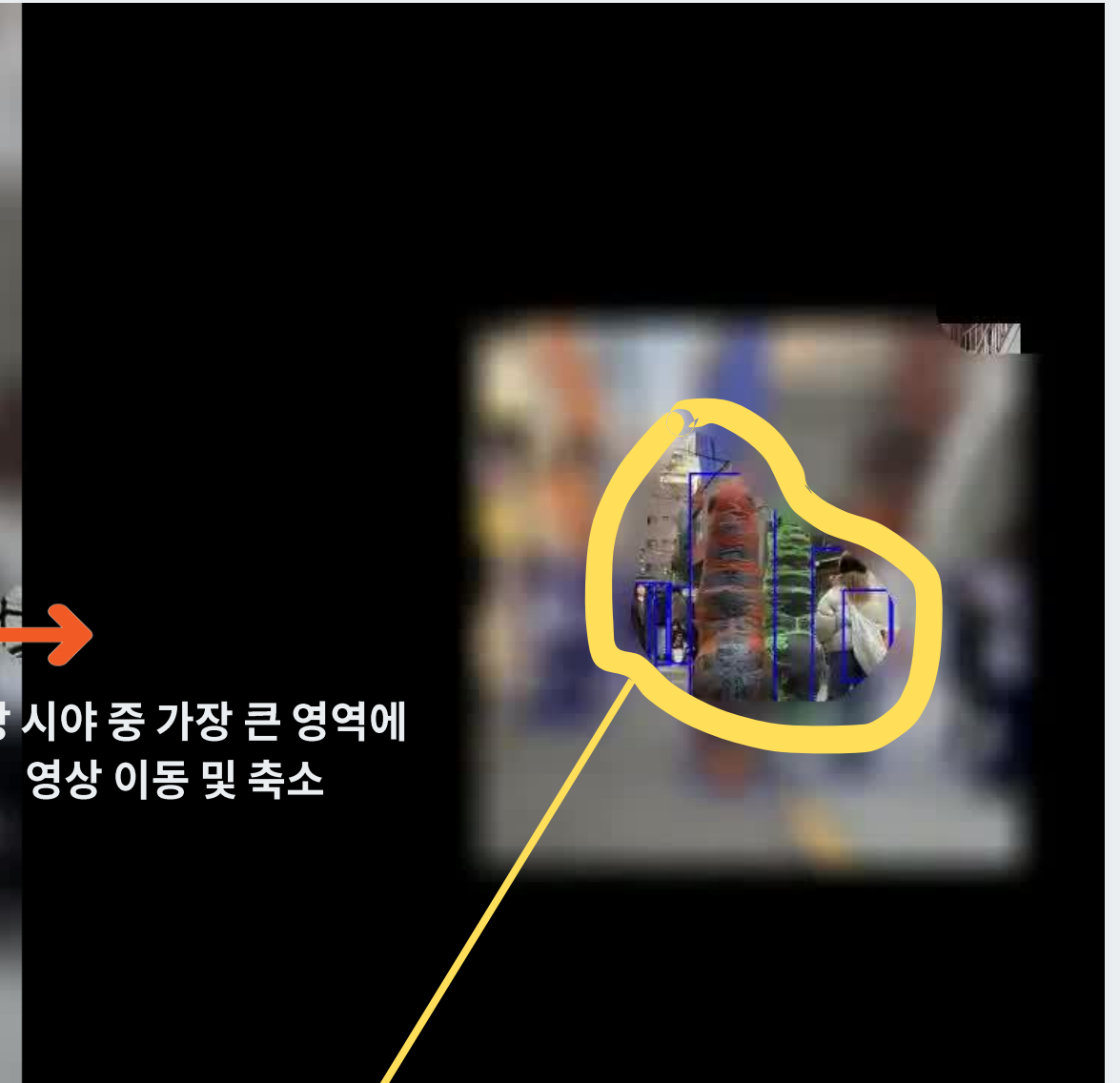


<환자가 바라보는 시야 이미지>



정상 시야 중 가장 큰 영역

<알고리즘 적용 후 이미지>



정상 시야 중 가장 큰 영역에  
영상 이동 및 축소

적용한 알고리즘이 환자에게 어떻게 보이는지 시뮬레이션



## RESULT | 결과 분석

### >>> 동영상 시연 결과

이 경우 시야 결손 패턴이 이미지 축소 및 왜곡에 크게 영향을 받음  
→ 알고리즘 적용 후 객체 탐지가 더 수월해짐. 이러한 경우 객체 탐지는 시야 결손에 따른 알고리즘 적용 전후에 영향을 받음.

→ 환자 ID: 248 (시야 결손이 큰 녹내장 환자 케이스)

<원본 이미지>

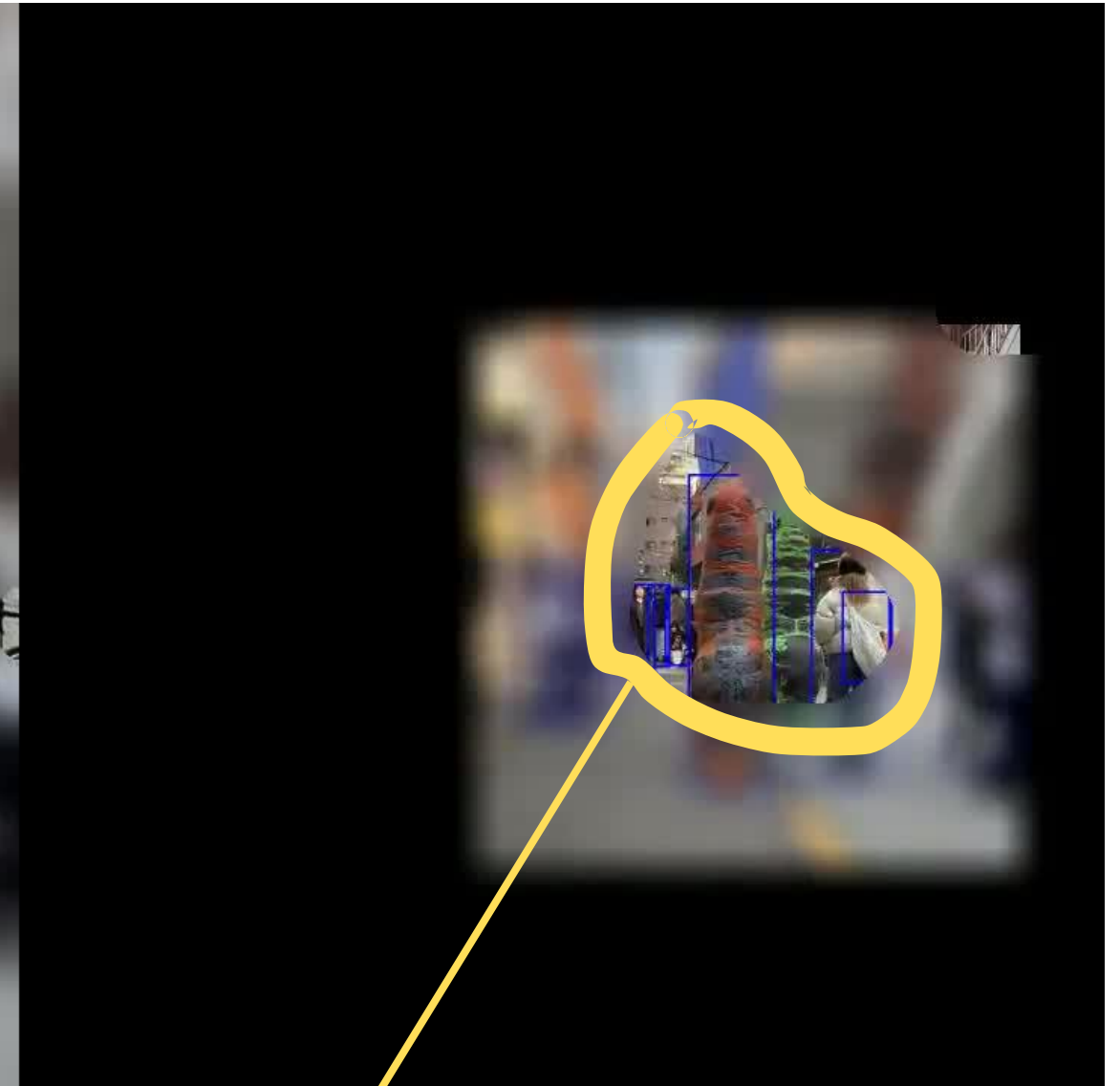


<환자가 바라보는 시야 이미지>



알고리즘 적용 전: 1명의 객체 감지

<알고리즘 적용 후 이미지>



알고리즘 적용 후: 7개의 객체 탐지



# RESULT | 결과 분석

>>> 이미지 시연 결과 (시야 결손이 적은 경우)

→ 환자 ID: 1930

→ 정확한 객체 탐지

→ 부정확한 객체 탐지

탐지된 객체 수: 4

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.

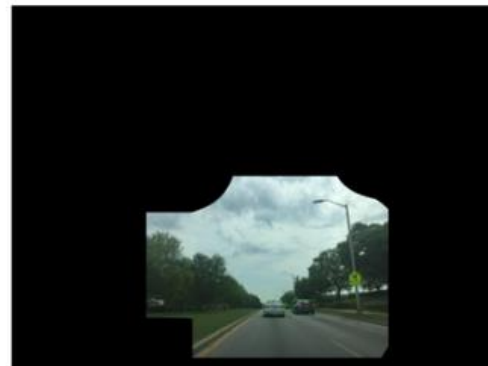
The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.



객체 탐지 이미지



시야 결손 적용 이미지



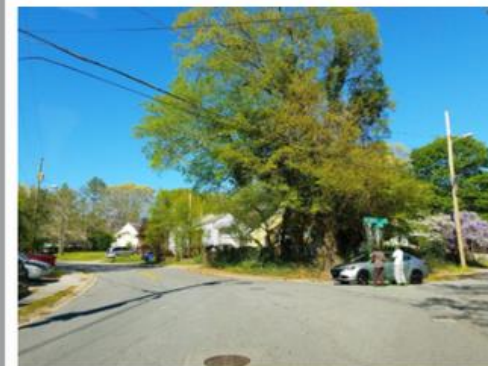
리매핑된 이미지

탐지된 객체 수: 2

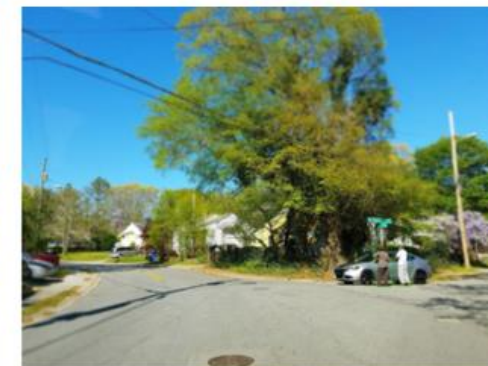
The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.



객체 탐지 이미지



시야 결손 적용 이미지



리매핑된 이미지

환자 ID 248보다 시야 결손이 적기 때문에 리매핑된 이미지에서도 시야 결손 패턴이 이미지에 크게 영향을 주지 않음

# RESULT | 결과 분석

>>> 이미지 시연 결과 (시야 결손이 적은 경우)

→ 환자 ID: 2577

→ 정확한 객체 탐지

→ 부정확한 객체 탐지 → 작은 객체 인식 성능이 낮은 YOLO의 한계

탐지된 객체 수: 4

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.



객체 탐지 이미지



시야 결손 적용 이미지



리매핑된 이미지

탐지된 객체 수: 2

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.

The use\_column\_width parameter has been deprecated and will be removed in a future release. Please utilize the use\_container\_width parameter instead.



객체 탐지 이미지



시야 결손 적용 이미지



리매핑된 이미지

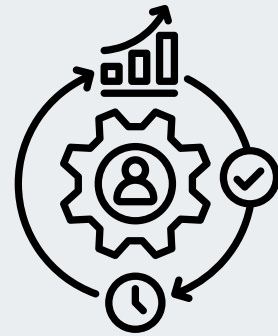
→ 환자 ID 1930과 2577 비교 : 두 환자의 경우 시야 결손 패턴이 이미지 축소 및 왜곡에 적게 영향을 받음 → 같은 이미지에서의 객체 탐지 개수가 일정하므로 이러한 경우 객체 탐지 자체는 시야 결손보다는 시야 결손에 따른 리매핑 적용 전후의 이미지 or 영상에만 영향을 받음



## DISCUSSION | 한계점

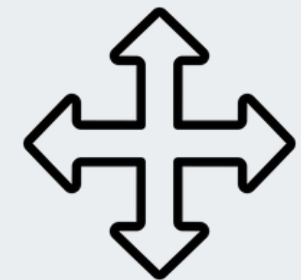
### 영상 조건에 따른 성능 변화

비디오 해상도, 조명, 동작 속도 등 환경적 요인이 시스템 성능에 영향을 미침.



### 말기 환자 리매핑 한계

녹내장 말기 환자의 좁은 시야로 인해 리매핑 시 과도한 왜곡이 발생하여 공간 지각이 어려울 수 있음.



### 작은 객체 인식 한계

객체의 크기가 작은 경우 객체 인식 불가



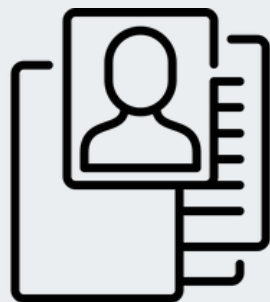
### VR 적용 시 하드웨어 한계

VR 기기로 개발할 경우, 무게와 배터리 지속 시간, 실시간 처리 딜레이 등이 사용자 경험에 부정적 영향을 줄 수 있음.



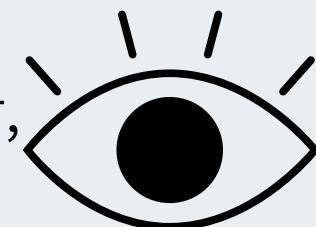
### 개인화 모델의 데이터 요구

환자별 최적화를 위해 대규모 데이터와 학습이 필요하지만, 시간과 비용 측면에서 제약이 큼.



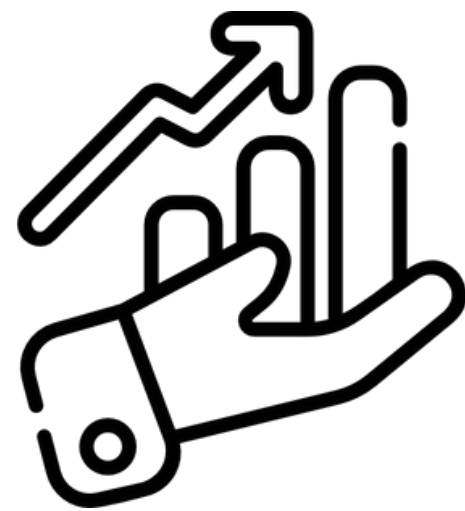
### 결손 부위 처리의 한계

결손 부위를 가우시안 블러로 처리하였지만, 실제 환자 개인마다 결손 방식이 다르기 때문에 환자 맞춤형 결손 부위 표현 방식을 고려해야함.



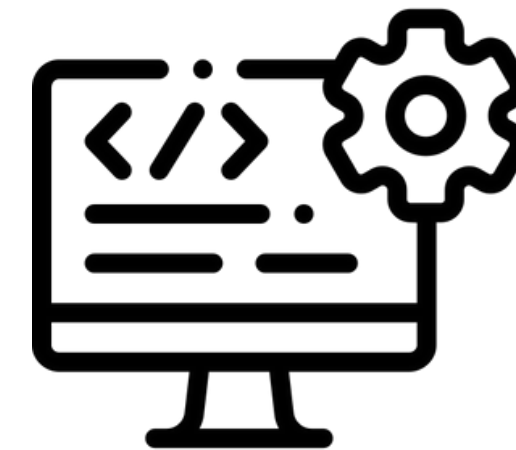
## DISCUSSION | 기대 효과

---



### Remapping 개선 가능성

정상 시야 영역으로 리매핑 후 축소된 객체를 탐지하여 객체 인지 능력을 강화하는 방향으로 시스템 보완 가능.



### 경량화된 알고리즘의 활용성

기존 논문(Digital Spectacles) 시스템보다 경량화된 알고리즘을 통해 추후 VR 기기 개발에 기여 가능.

---

**Q & A**