

휠체어 후방 안전지원 시스템 제작 매뉴얼

본 매뉴얼은 휠체어 사용자의 안전을 위한 후방 감지 및 모니터링 시스템의 완전한 제작 가이드입니다.

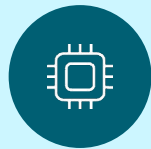
3D 설계부터 펌웨어 개발, 최종 조립까지 전 과정을 상세히 다룹니다.

시스템 구성 개요



3D 설계

후방 감지 모듈, 디스플레이 고정부,
카메라 마운트 설계



펌웨어 개발

아두이노 기반 센서 제어 및
라즈베리파이 영상처리 시스템



하드웨어 조립

전자부품 결합 및 휠체어 프레임 장착

시스템은 초음파 센서와 AI 카메라를 활용하여 휠체어 후방의 장애물과 사람을 실시간으로 감지합니다. 모든 구성요소는 휠체어 프레임에 안정적으로 고정되며 사용자에게 시각 및 청각 경고를 제공합니다.

Chapter 1

3D 설계

시스템의 물리적 구조를 설계하는 단계입니다

1-1. 후방 감지 모듈

설계 구성요소

- 초음파 센서 개구부
 - 장애물 감지용
- 스피커 그릴(좌/우)
 - 방향성 경고음 출력
- 상태 표시부
 - 시스템 작동 상태 확인
- Arduino uno r3 + Sensor Shield v5.0 장착부
- IMU 센서 장착 위치
 - 기울기 감지
- 좌우 케이블 출구 홀
 - 전원 및 통신 케이블

후방 감지 모듈 구성 부품 (1)



고정핀

케이스 부품 간 체결용



스피커 커버

좌우 스피커 보호 및 음향 전달



초음파 커버

센서 고정 및 보호



케이스 왼쪽

메인 하우징 좌측



케이스 오른쪽

메인 하우징 우측



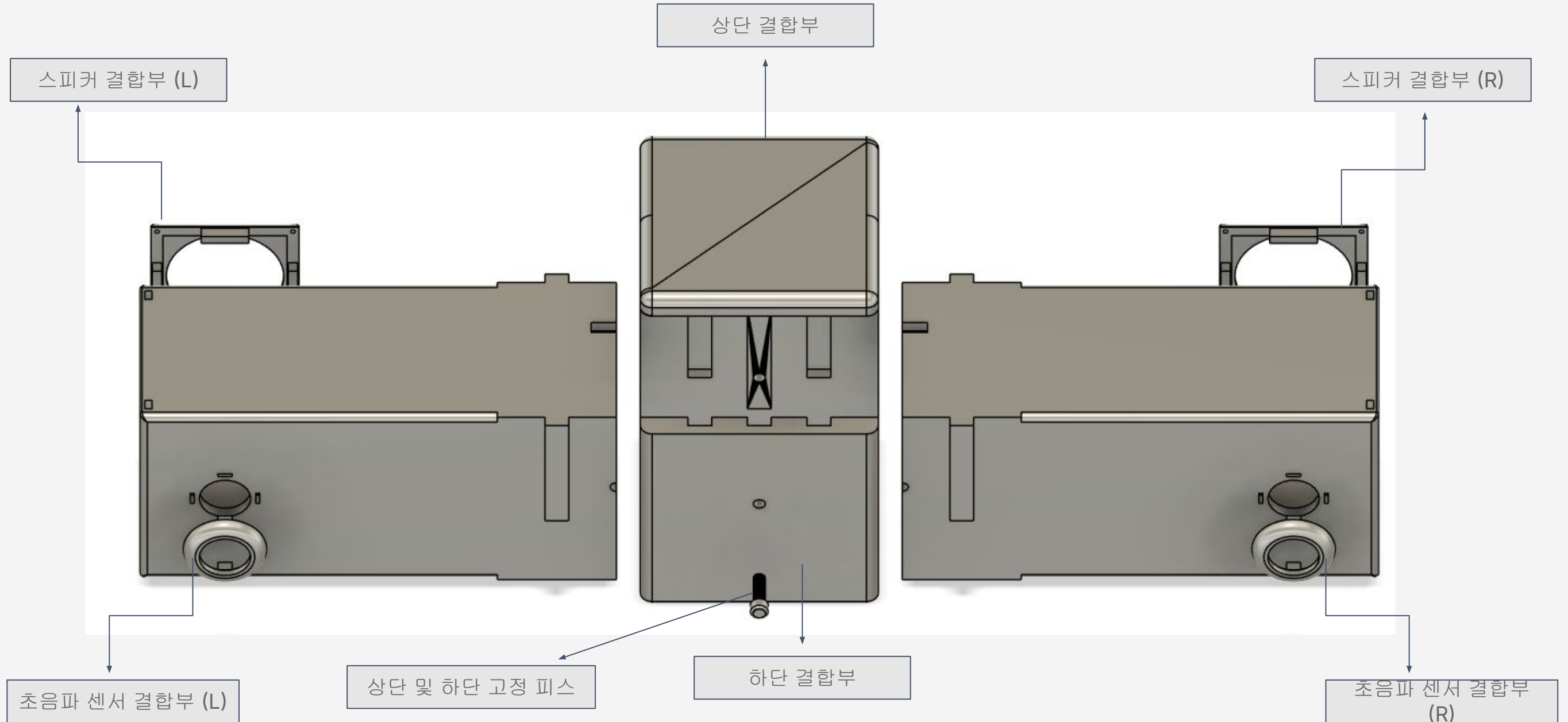
케이스 뚜껑

상부 밀폐 커버

후방 감지 모듈 구성 부품

1) 고정핀

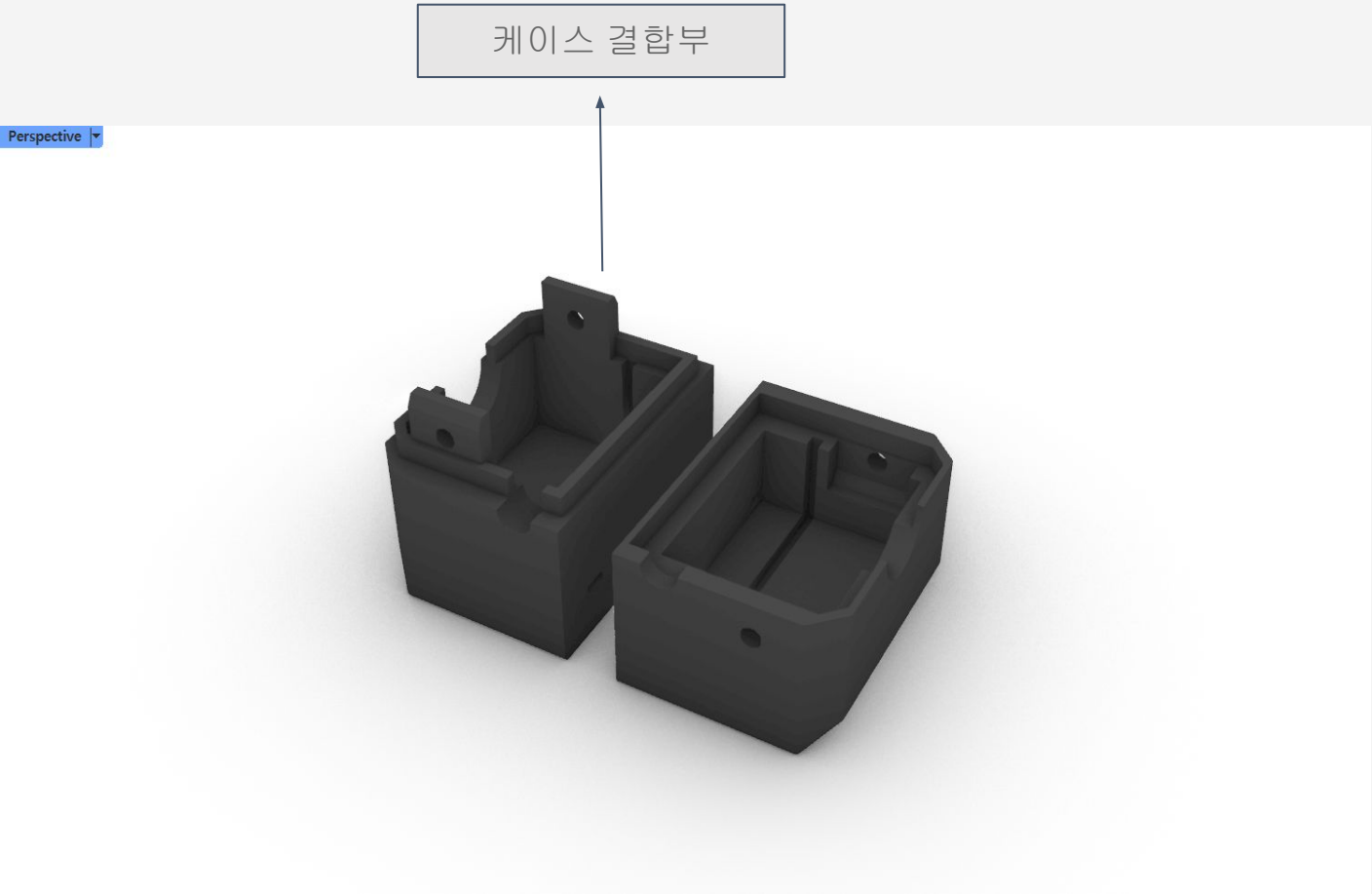
케이스 부품 간 체결용



후방 감지 모듈 구성 부품

3) 후방카메라 고정부

후방 카메라 고정 및 보호





1-2. 디스플레이 고정부 설계

디스플레이 고정부 구성

디스플레이 고정부는 크게 두 개의 결합 인터페이스로 구성됩니다.

첫째는 휠체어 팔걸이나 프레임과 결합하는 부분으로 다양한 휠체어 모델에 대응할 수 있도록 **범용성** 있게 설계해야 합니다.

둘째는 디스플레이 본체와 결합하는 부분으로 각도 조절이 가능하도록 힌지 또는 볼 조인트 구조를 적용합니다. 이를 통해 **사용자의 시야에 최적화된 화면 각도**를 설정할 수 있습니다.

주요 특징

- 360도 회전 가능한 볼 조인트
- 나사 구멍 (4개소)
-
- 케이블 정리 채널

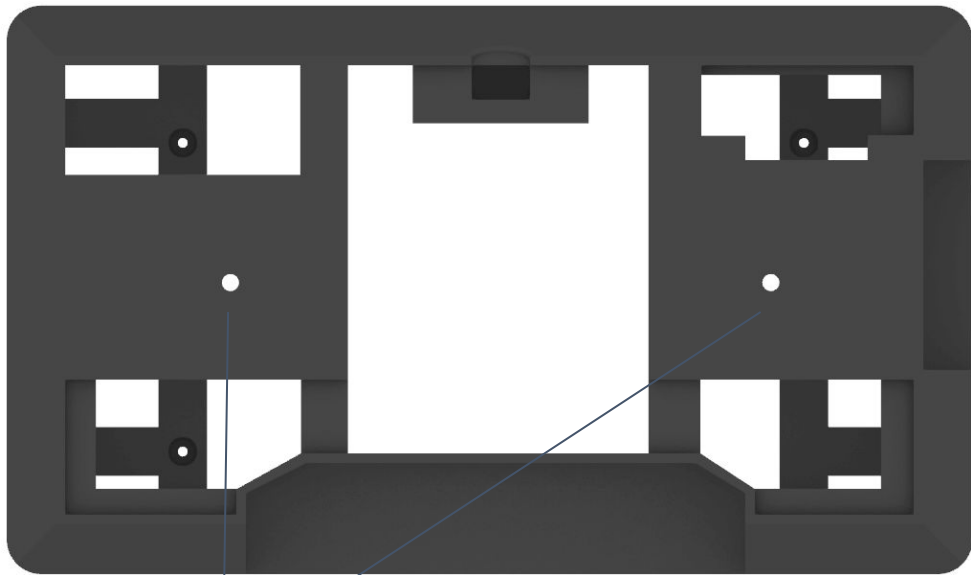
후방 감지 모듈 구성 부품

2) 디스플레이 고정부

라즈베리파이 - 디스플레이 체결용

<후면>

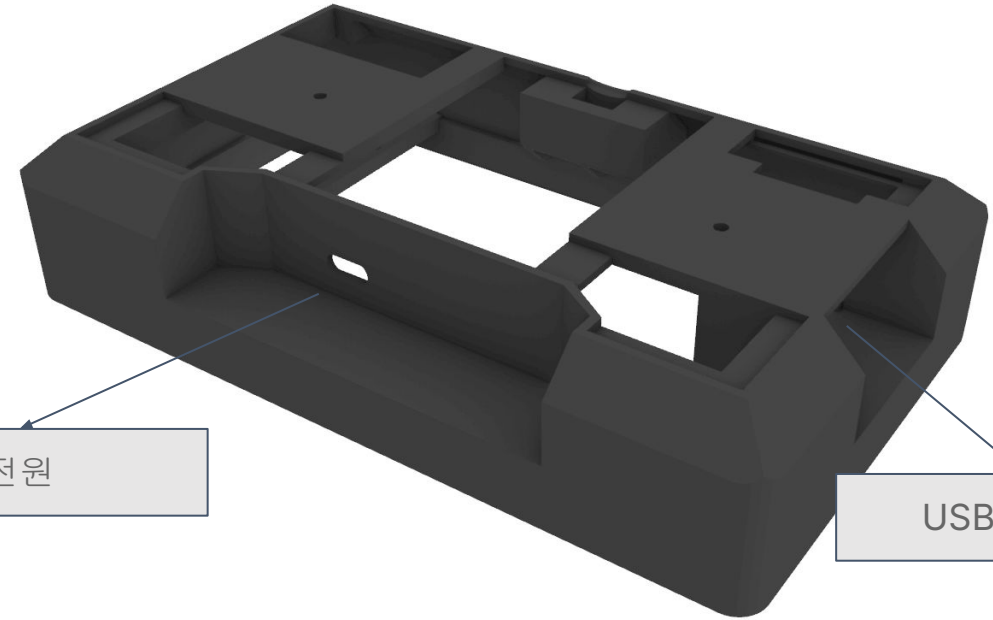
Top



자바라 거치대 고정
나사 (2)

<후면>

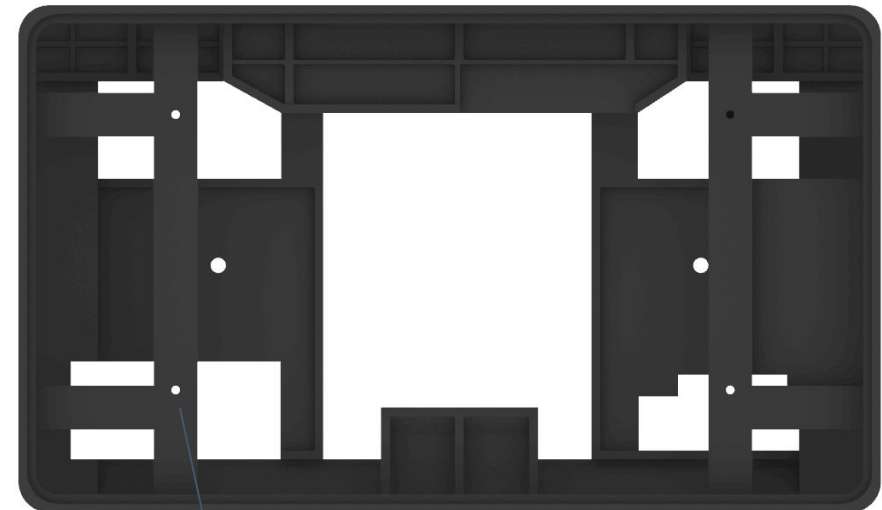
Perspective



전원

USB 포트(4)

Bottom



디스플레이
고정 나사(4)

디스플레이 브라켓 및 하우징

디스플레이 고정
브라켓

7인치 터치스크린을 안정적으로
고정하며 전후좌우 각도 조절이
가능한 멀티 축 브라켓입니다.

디스플레이 하우징

후면에 라즈베리파이 5 보드를 장착할
수 있는 공간을 확보합니다.



자바라 거치대 연결

<디스플레이 고정 브라켓
후면>

1-3. 후방 카메라 고정부 설계

카메라 장착 위치

고려사항 최적 설치 가이드

카메라는 휠체어 좌측 또는 우측 후방 프레임에 장착합니다.

설치 높이는 바닥에서 80-120cm 사이가 적절하며 후방 바닥과 사람의 발이 명확히 보이도록 각도를 조절합니다.

- 시야각: 최소 120도 이상 확보
- 하향 각도: 15-25도 권장
- 케이블 길이: 2m 이상 준비

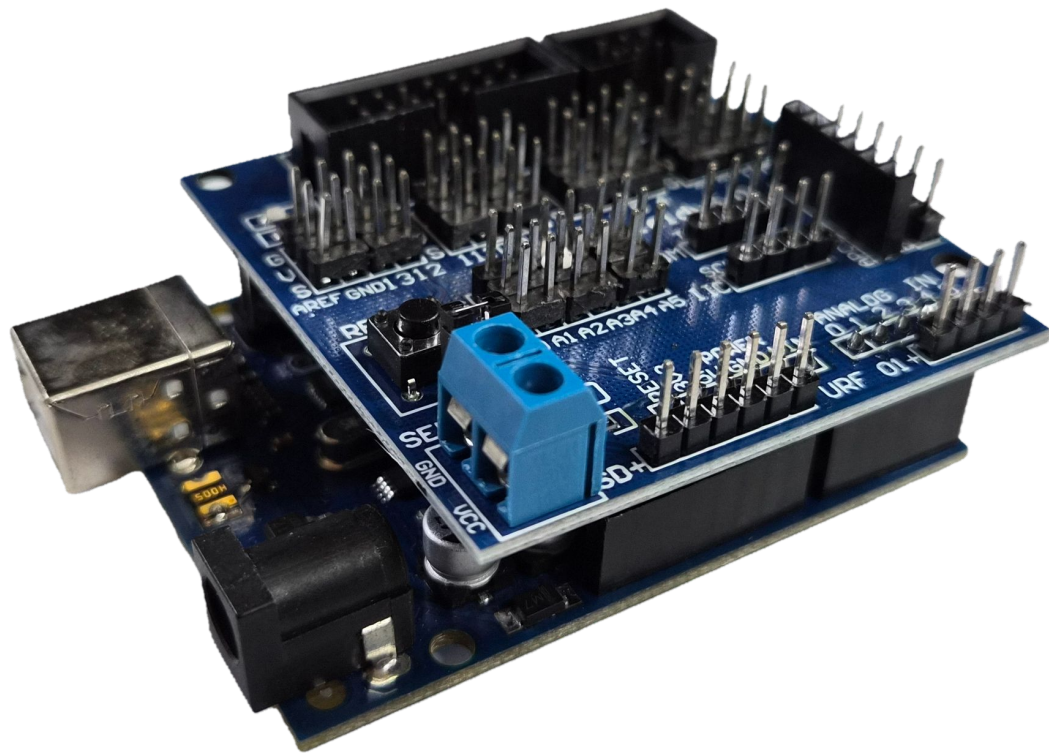


좌우측 중 사용자의 주행 패턴과 환경에 따라 선택하되 장애물이 적고 케이블 배선이 용이한 쪽을 우선 고려합니다.

Chapter 2

펌웨어 개발

아두이노와 라즈베리파이 기반 소프트웨어 구성



아두이노 센서 쉴드

결합

센서 쉴드를 아두이노 우노 보드 위에 정확히 정렬하여 결합합니다.

모든 핀이 올바르게 삽입되었는지 확인한 쉴드가 수평을 유지하는지 점검합니다. 핀이 구부러지거나 누락되지 않도록 주의하세요.



아두이노 우노 보드

메인 제어 유닛



센서 쉴드 장착

핀 소켓 정렬



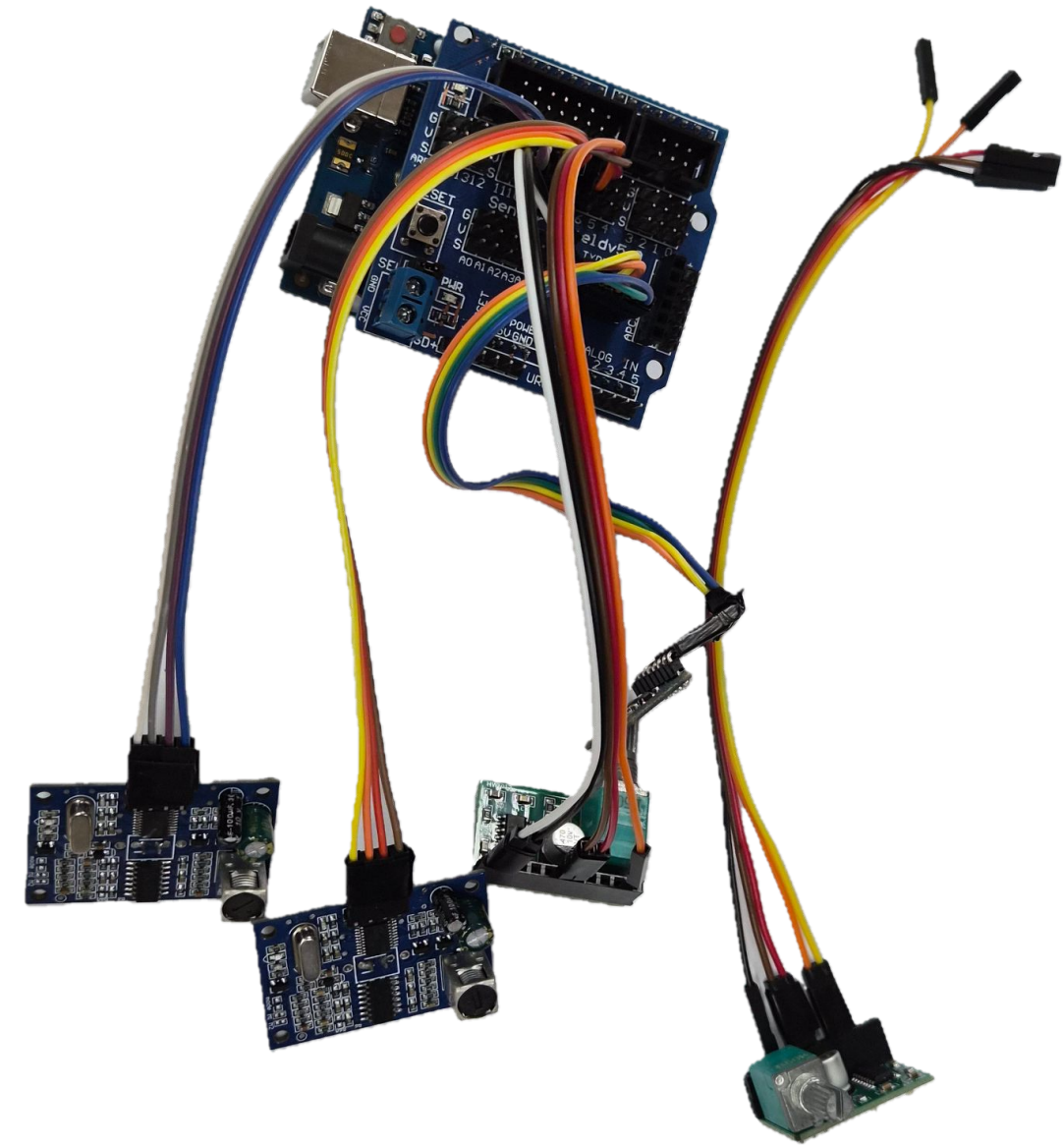
결합 완료

연결 확인

센서 및 스피커 결선

센서 쉴드에 초음파 센서(HC-SR04) 2개와 IMU 센서(MPU6050)를 연결합니다. 각 센서의 VCC는 5V 단자에 GND는 공통 접지에 연결하며 신호선은 아래 핀맵 표를 참고하여 정확히 연결합니다.

좌측 스피커는 PAM8403 앰프의 L- 및 L+ 단자에 우측 스피커는 R- 및 R+ 단자에 연결합니다. 극성을 혼동하지 않도록 주의하세요.



핀맵 구성표

부품명 / 기능	센서 핀	아두이노 핀	비고
IMU 센서 (MPU6050)	SDA	A4	I²C 통신
	SCL	A5	I²C 통신
	VCC	5V	전원
	GND	GND	공통 접지
왼쪽 초음파 센서	TRIG	D8	초음파 송신
	ECHO	D9	초음파 수신
오른쪽 초음파 센서	TRIG	D10	초음파 송신
	ECHO	D11	초음파 수신
왼쪽 스피커 앰프	AUDIO IN	D6	tone() 제어
오른쪽 스피커 앰프	AUDIO IN	D7	tone() 제어
PAM8403 앰프 전원	VCC	5V	Sensor Shield
	GND	GND	공통 접지

아두이노 펌웨어 업로드

아두이노 IDE 설치

공식 웹사이트(arduino.cc)에서 최신 버전의 아두이노 IDE를 다운로드하여 설치합니다.

02

USB 케이블 연결

아두이노 보드를 PC와 USB 케이블로 연결하고 IDE에서 올바른 포트와 보드 타입을 선택합니다.

03


코드 열기

프로젝트 GitHub 저장소에서 mpu_backward.ino 파일을 다운로드하여 IDE로 엽니다.

04

업로드 실행

IDE 상단의 업로드 버튼(→)을 클릭하여 펌웨어를 아두이노에 업로드합니다. 완료까지 약 30초 소요됩니다.



```
56 bool measureLeftThisLoop = true; // 좌우 번갈아 측정
57 float lastDL = -1.0f, lastDR = -1.0f; // 마지막 유효값 저장
58
59 // 좌/우 토글 상태
60 unsigned long lastAltToggleMs = 0;
61 bool toggleLeft = true; // 동시 경고 시 좌→우 번갈아
62
63 // ----- 유틸: 초음파 거리 측정 -----
64 float readDistanceCM(uint8_t trig, uint8_t echo) {
65     digitalWrite(trig, LOW);
66     delayMicroseconds(3);
67     digitalWrite(trig, HIGH);
68     delayMicroseconds(10);
69     digitalWrite(trig, LOW);
70
71     // 타임아웃 ~30ms(약 5m)
72     unsigned long dur = pulseIn(echo, HIGH, 30000UL);
73     if (dur == 0) return -1.0f; // 반사 실패
74     return (dur * 0.034f) / 2.0f; // 왕복거리 → /2, cm
75 }
76
77 void setup() {
78     Serial.begin(115200);
79     Wire.begin();
80
81     pinMode(TRIG_L, OUTPUT); pinMode(ECHO_L, INPUT);
82     pinMode(TRIG_R, OUTPUT); pinMode(ECHO_R, INPUT);
83     pinMode(SPK_L, OUTPUT); pinMode(SPK_R, OUTPUT);
84     noTone(SPK_L); noTone(SPK_R);
```

라즈베리파이 하드웨어

연결

디스플레이 연결

라즈베리파이 5의 HDMI 또는 DSI 포트 1에 7인치 터치스크린 디스플레이를 연결합니다. DSI 방식이 더 안정적이며 터치 기능도 함께 사용할 수 있습니다.

아두이노와 라즈베리파이를 **USB 케이블**로 연결하여 시리얼 통신을 활성화합니다. 이를 통해 초음파 센서 데이터가 실시간으로 전송됩니다.

카메라 모듈 연결

라즈베리파이 카메라 V2 또는 V3를 CSI 포트에 연결합니다. 케이블의 파란색 면이 이더넷 포트 방향을 향하도록 삽입합니다.

라즈베리파이 OS 및 Python 설정

GUI 환경 기준

1. OS 설치 및 부팅

pc에서 Raspberry Pi Imager 실행 후 설정 후 설치

2. 시스템 업데이트

```
sudo apt update |  
sudo apt upgrade -y
```

1. 파이썬 환경 준비

```
sudo apt install python3 python3-pip python3-venv -y
```

2. 프로젝트 폴더 만들기

```
mkdir ~/yolov8  
cd ~/yolov8
```

라즈베리파이 OS 및 Python 설정

3. 가상환경 만들기

```
python3 -m venv yolov8_env
```

휠체어 프로젝트를 위한 독립적인 python 환경을 생성한다.

4. 가상환경 활성화

```
source yolov8_env/bin/activate
```

5. pip 최신화

```
pip install --upgrade pip
```

6. 필수 패키지 설치

```
pip install ultralytics opencv-python pyserial numpy
```

라즈베리파이 OS 및 Python 설정

7. YOLO 모델 및 코드 복사

```
cp /media/<USB이름>/wheelchair.py ~/yolov8/  
cp /media/<USB이름>/best.pt ~/yolov8/
```

GitHub 프로젝트 저장소에서 Wheelchair.py 파일을 다운로드하여 라즈베리파이의 홈 디렉토리에 저장합니다.

8. pip 최신화

```
pip install --upgrade pip
```

9. 디스플레이 설정

```
sudo raspi-config
```

라즈베리파이 OS 및 Python 설정

10. 아이콘 생성

```
nano /home/du03/Desktop/wheelchair.desktop
```

[Desktop Entry]

Name=Wheelchair Safety System

Comment=YOLOv8 기반 휠체어 후방 안전지원 시스템

Exec=bash -lc "source /home/du03/yolov8/yolov8_env/bin/activate && python3 /home/du03/yolov8/wheelchair.py"

Icon=utilities-terminal

Terminal=true

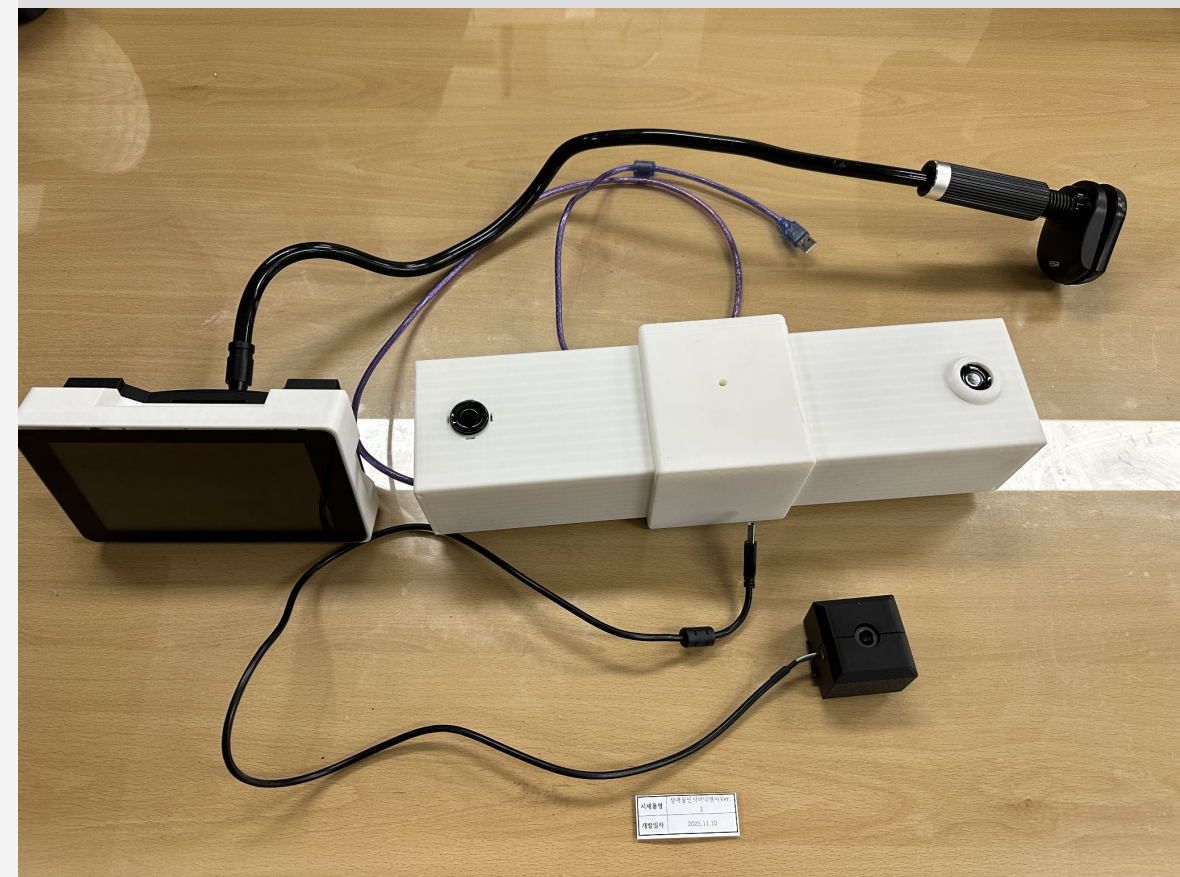
Type=Application

```
chmod +x /home/du03/Desktop/wheelchair.desktop
```

Chapter 3

하드웨어 조립

설계된 부품과 전자 모듈의 최종 결합



3-1. 후방 감지 모듈

조립

Step 1: 스피커 설치

좌우 스피커를 스피커 커버에 고정하고 케이스 측면 그릴 위치에 조립합니다. 앰프와의 연결을 확인합니다.

Step 2: 센서 장착

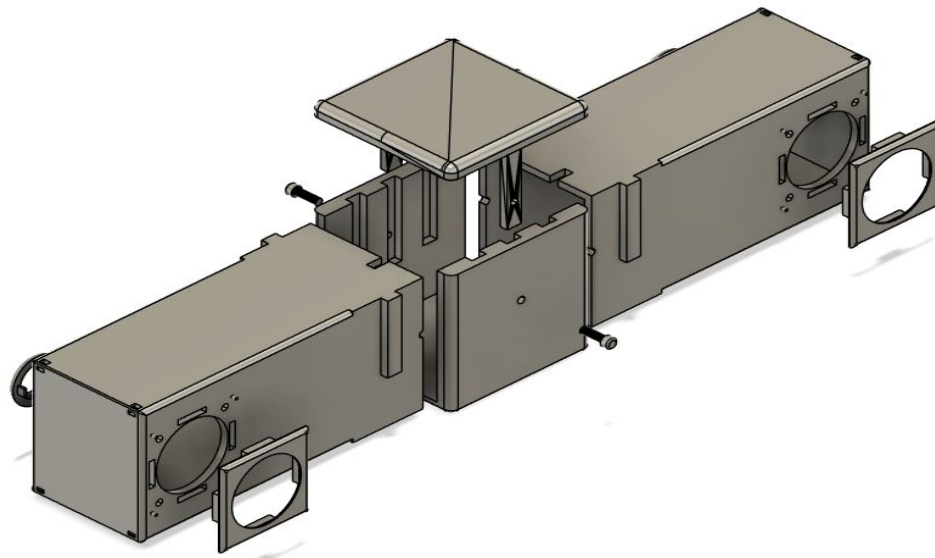
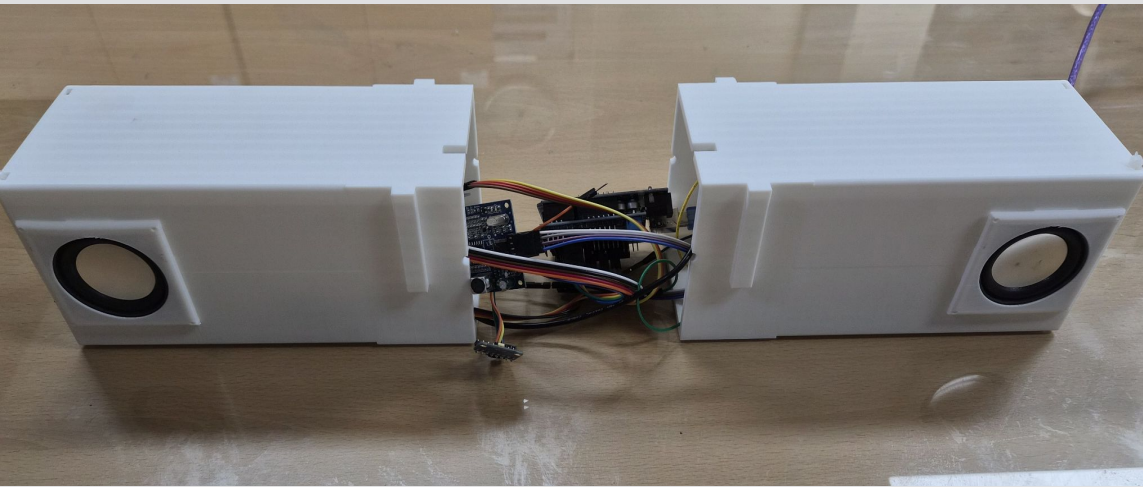
초음파 센서 2개를 초음파 커버에 끼워 넣고 전면 케이스 개구부에 조립합니다. IMU 센서는 지정된 위치에 고정합니다.

Step 3: 메인 보드 배치

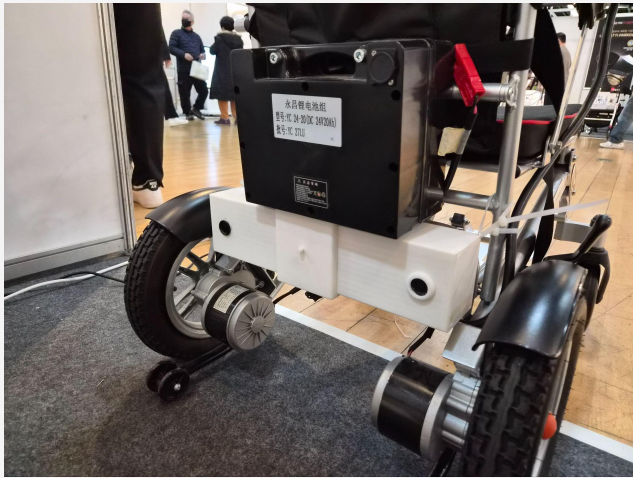
케이스 왼쪽과 오른쪽 내부에 아두이노 보드와 센서 쉴드를 배치합니다. 나사 구멍을 맞춰 나사로 고정합니다.

Step 4: 케이블 정리 및 체결

케이스 내부 배선을 케이블 타이로 정리한 후 케이스 뚜껑을 닫고 고정핀으로 체결합니다.



3-2. 후방 감지 모듈 휠체어 장착



장착 예시 (1)



장착 예시 (2)

장착 절차

1. 후방 감지 모듈의 모서리 면에 케이블 타이를 연결합니다.
2. 스피커가 휠체어의 후면을 바라보게 장착한 뒤 휠체어 양 옆 프레임에 케이블 타이로 고정합니다.
3. 초음파센서가 위를 보지 않도록 단단히 고정합니다.
4. 모듈에서 나온 케이블을 휠체어 프레임을 따라 전방으로 배선합니다.

☐ 장착 후 모듈이 수평을 유지하는지 주행 시 진동으로 인해 헐거워지지 않는지 반드시 확인하세요.



3-3. 디스플레이 고정부

조리

휠체어 전면 고정

사용자 휠체어에 맞게 휠체어 프레임에 자바라 거치대를 장착합니다.

디스플레이 브라켓

결합

디스플레이 후면 브라켓을 자바라 거치대 끝단에 끼운 뒤 볼트와 너트로 단단히 고정합니다.

케이블 연결

라즈베리파이와 디스플레이 간 HDMI/DSI 케이블을 연결하고 후방 모듈에서 올라온 USB 케이블과 전원 케이블을 라즈베리파이에 연결합니다.

3-4. 후방 카메라 고정부 조립

조립 단계

1. 라즈베리파이 카메라 모듈을 카메라 고정부에 장착합니다
2. 카메라 고정부를 휠체어 후방 프레임(좌측 또는 우측)에 클램프로 고정합니다
3. 카메라 각도를 상하로 조절하여 후방 바닥과 사람의 발이 화면에 잘 보이도록 맞춥니다
4. 카메라 케이블을 프레임을 따라 전방 라즈베리파이까지 배선하고 케이블 타이로 고정합니다.



카메라 설치 후 모습

시스템 최종 점검 및

테스트

1 전원 연결 확인

모든 모듈(아두이노, 라즈베리파이, 디스플레이, 스피커)에 전원이 정상적으로 공급되는지 확인합니다. LED 표시등을 통해 작동 상태를 점검하세요.

3 카메라 영상 확인

디스플레이에 후방 카메라 영상이 정상적으로 표시되는지 확인합니다. 사람이나 장애물이 감지되면 화면에 바운딩 박스가 표시되어야 합니다.

2 센서 동작 테스트

초음파 센서를 손이나 장애물로 가려보며 거리 측정이 정상적으로 이루어지는지 확인합니다. 좌우 스피커에서 경고음이 올바르게 출력되어야 합니다.

4 주행 테스트

실제 휠체어를 주행하며 시스템이 안정적으로 작동하는지 테스트합니다. 다양한 환경(실내, 실외, 경사로 등)에서 충분히 검증하세요.

제작 완료 및 유지보수 가이드

정기 점검 항목

- 매주: 센서 렌즈 청소, 나사 체결 상태 확인
- 매월: 케이블 연결부 점검, 소프트웨어 업데이트
- 분기별: 전체 시스템 재보정, 3D 프린팅 부품 마모 확인

문제 해결

- 센서 오작동: 전원 및 핀 연결 재확인
- 영상 끊김: 카메라 케이블 교체 및 권한 확인
- 경고음 미출력: 스피커 및 앰프 연결 점검