

SDGs 사회문제 해결 경진대회

# 비접촉형 교통약자 배려 시스템



7조

박명세 (전자전기공학부)

최세현 (전자전기공학부)

이민채 (기계공학부)

하성민 (에너지시스템공학부)

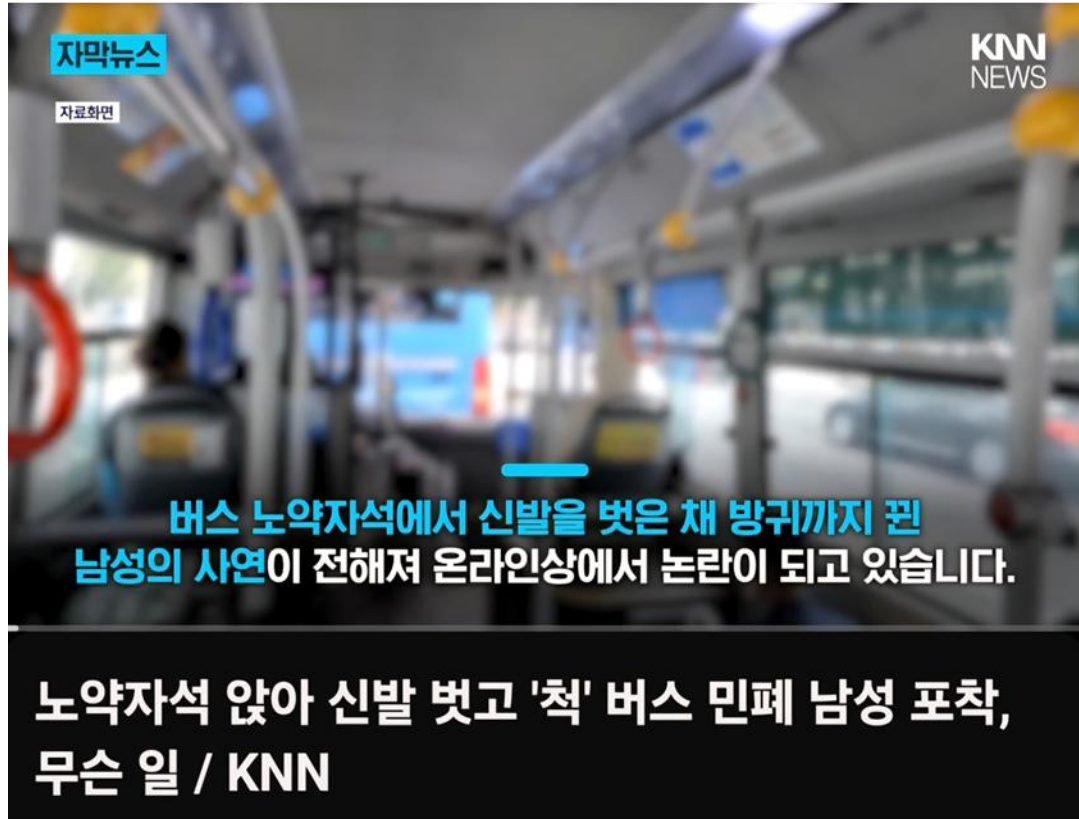
# CONTEXT

01  
문제 정의

02  
하드웨어 설계

03  
소프트웨어 설계

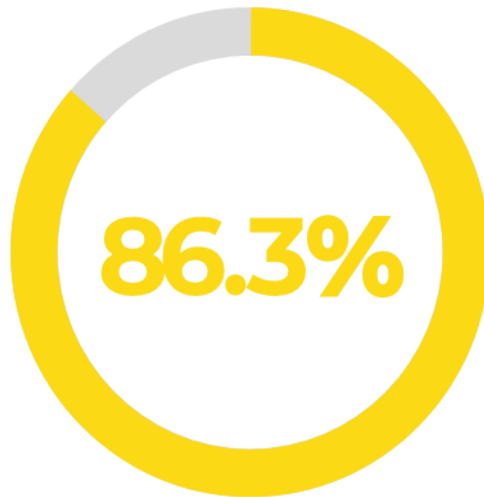
04  
기대효과



→ 버스 교통약자석이 실제로는 제대로 기능하지 않는 현실

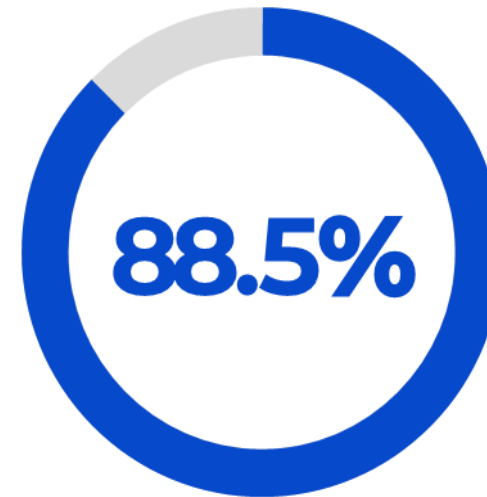
### [대중교통 내 스마트폰 이용률]

2016년  
미디어패널 조사  
(정보통신정책연구원)

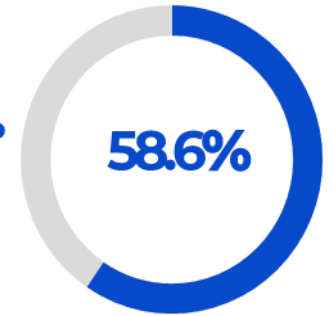


### [대중교통의 임산부 배려석 이용]

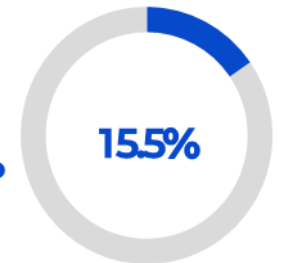
2018년 2차  
저출산 인식조사  
(인구보건복지협회)



대중교통의 임산부 배려석  
이용에 불편을 느꼈다



일반인이 착석 후 자리를  
비켜주지 않아서



임산부 배려석이  
모자라서

→ 버스에서 스마트폰 사용으로 교통약자를 인지하지 못해 좌석 양보가 이루어지지 않는 문제

# 교통약자(노약자, 임산부, 장애인) 및 버스기사인터뷰



노약자 A

·60대  
·서울 종로 버스 이용(주 5일)  
·카카오톡 채팅 인터뷰



임산부 B

·30대  
·화성시 버스 평일 매일 이용  
·카카오톡 채팅 인터뷰



장애인 C

·30대, 지체장애  
·서울 시내 버스 평일 매일 이용  
·전화 인터뷰(20분)



버스기사 D

·30대  
·평택 시내 버스 일일 1교대 운행  
·전화 인터뷰(20분)

**겉으로 교통약자인지 잘 드러나지 않으면  
양보를 거의 받지 못함**

→ 노약자: 발목이 아프지만 티가 안 나서 자리 실랑이 발생  
임산부: 임산부 배지를 착용해도 대부분 휴대폰을 보고 있음

**버스에서 서 있는 것이 위험하지만  
실제로는 서서 이동하는 경우 많음**

→ 노약자: 힘이 없어서 넘어지는 게 가장 큰 걱정  
장애인: 버스에서 반동이 심해서 넘어질 위험이 큼  
지체장애로 오래 서있지 못함

**교통약자석에 앉고 싶어도  
비켜 달라는 말을 꺼내기 어려움**

→ 노약자·임산부·장애인 모두 비켜달라고 말하기  
민망해서 좌석 앞에서 서서 기다림

**버스 기사와 현 시스템만으로는  
교통약자석 갈등 해소 어려움**

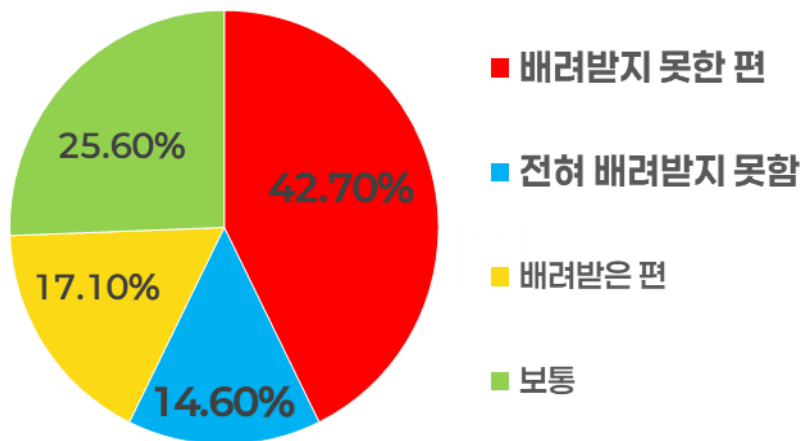
→ 버스 기사: 교통약자들이 양보를 받지 못하는  
문제를 알고 있지만 괜히 개입했다가  
승객과의 갈등이 생길 것을 우려함



인식 개선 필요

# 기존 교통약자 배지 및 알림 시스템의 문제점

[임산부 배지의 효과성 체감]



2018년 2차 저출산 인식조사  
(인구보건복지협회)



### 임산부 배지

- 사회적 인식과 배려 문화 문제
- 별도의 전자장치 내장 X



### 핑크라이트: 임산부 자리양보 알림 시스템

- “임산부가 탑승했습니다” 음성 안내  
→ 본인의 상태 공개해야 함. 이용 저조

# 기존 교통약자 배지 및 알림 시스템의 해결방법

### 교통약자 배려 시스템 하드웨어

- 대상: 노약자, 장애인, 임산부 및 이동불편자
- 구성: 3D 프린팅 배지(무선 송신부)  
→ 전자부품 일체형 좌석 팔걸이(무선 수신부·진동모터 내장)  
+팔걸이 상단 LCD 디스플레이

### 교통약자 배려 시스템 소프트웨어

- 교통약자석에 가까워지면 자동으로 의자 팔걸이에서 진동이 울림
- 진동이 울림과 동시에 LCD 디스플레이에서 양보 메시지 출력

비접촉형  
교통약자  
배려 시스템

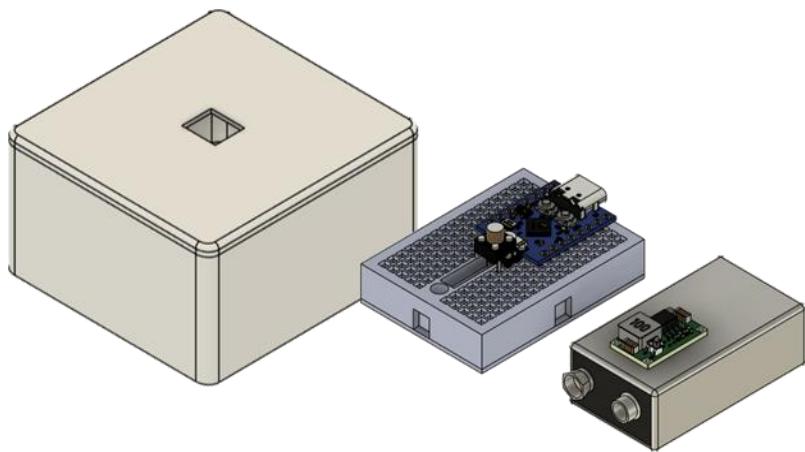


### 하드웨어 부품

1

#### 배지 하우징

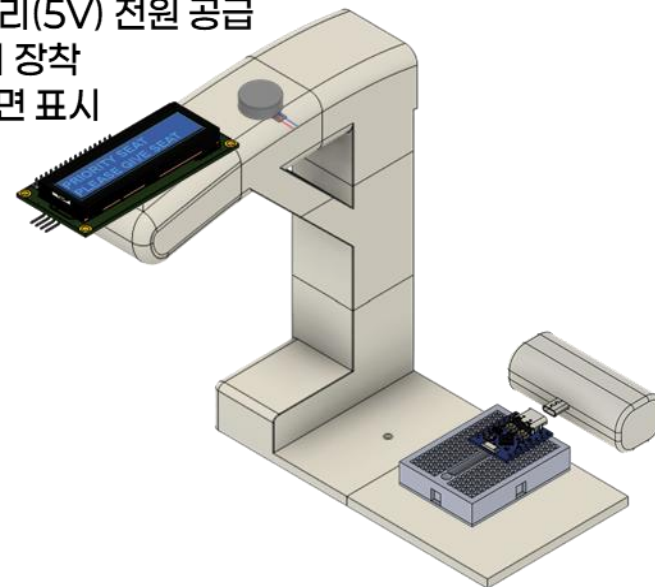
- 3D 프린팅 케이스
- ESP32-C3 기반 무선 송신 배지
- 9V 건전지 + 감압 모듈(5.2V) 전원 공급
- 교통약자가 착용/가방 부착용 배지



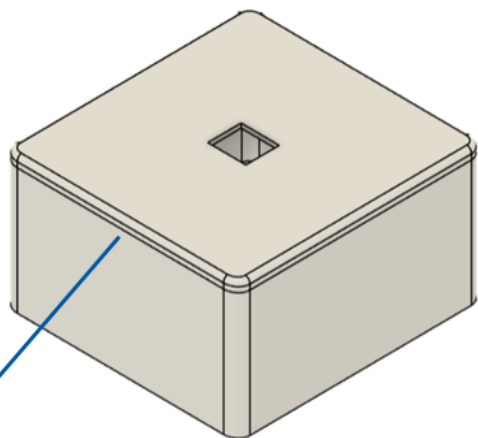
2

#### 전자부품 일체형 좌석 팔걸이

- 3D 프린팅 기반 맞춤형 팔걸이 구조
- ESP32-C3 기반 수신 및 제어 보드
- 보조배터리(5V) 전원 공급
- 진동 모터 장착
- LCD 화면 표시

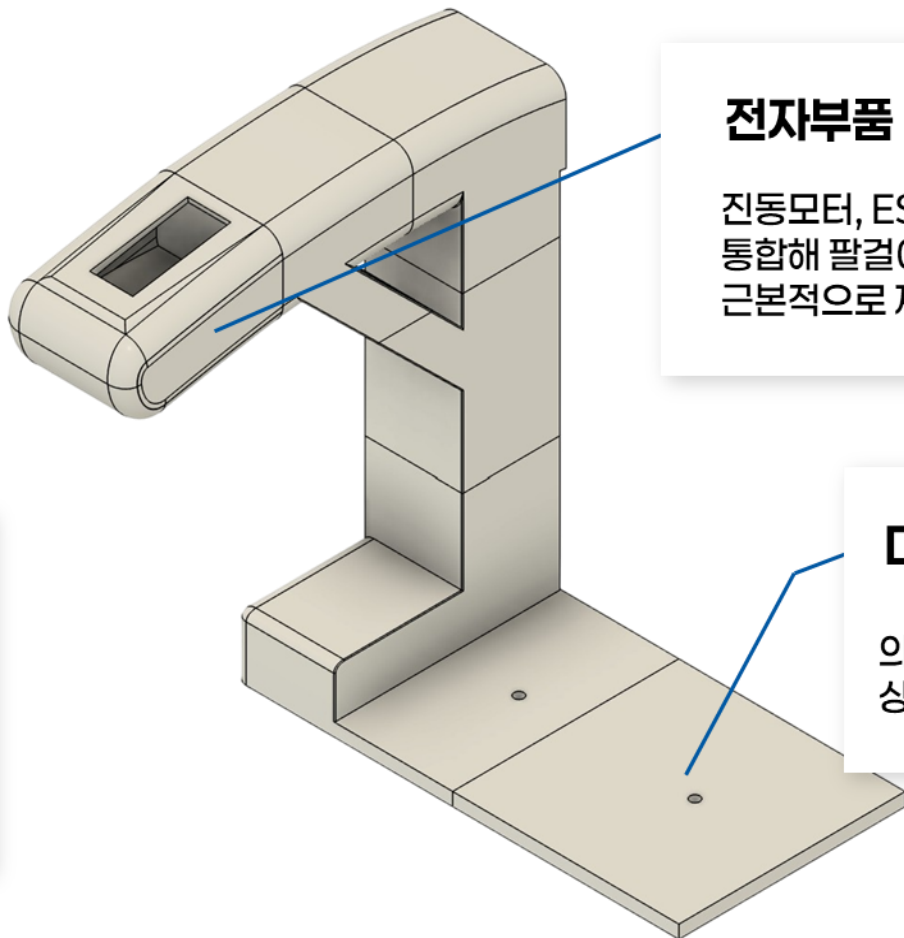


### 하드웨어 설계 특징



#### 스냅핏 기반 배지 구조

스냅핏 결합으로 나사 없이도 뚜껑을 견고하게 고정하고, 배터리 교체와 유지보수가 쉽도록 설계



#### 전자부품 일체형 팔걸이

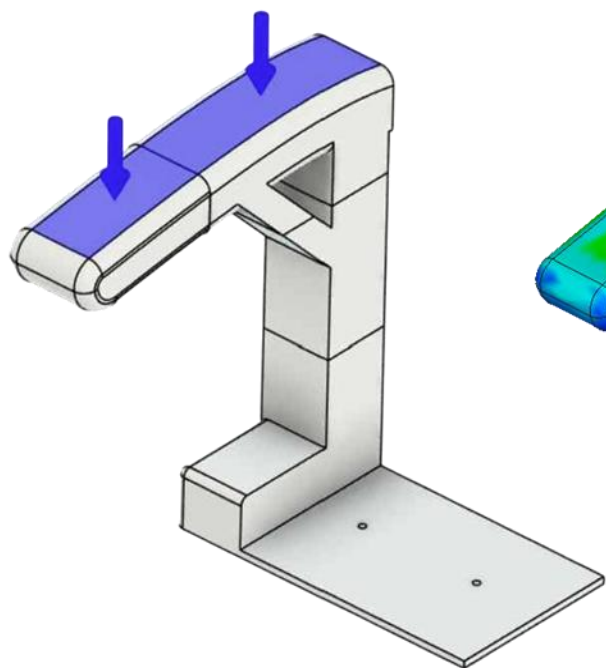
진동모터, ESP32, 배터리를 팔걸이 내부에 통합해 팔걸이와 모듈 간 충돌 소음을 근본적으로 제거함

#### 다양한 버스 좌석에 교체 장착 가능

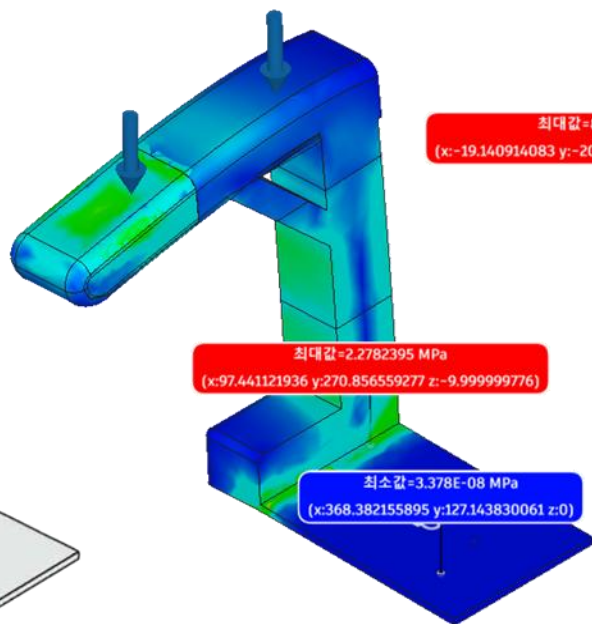
의자 하단부 볼트 체결 방식으로 버스 의자마다 상이한 프레임에도 쉽게 교체 및 장착 가능

# 구조적 안정성 및 경량화 가능성 검증

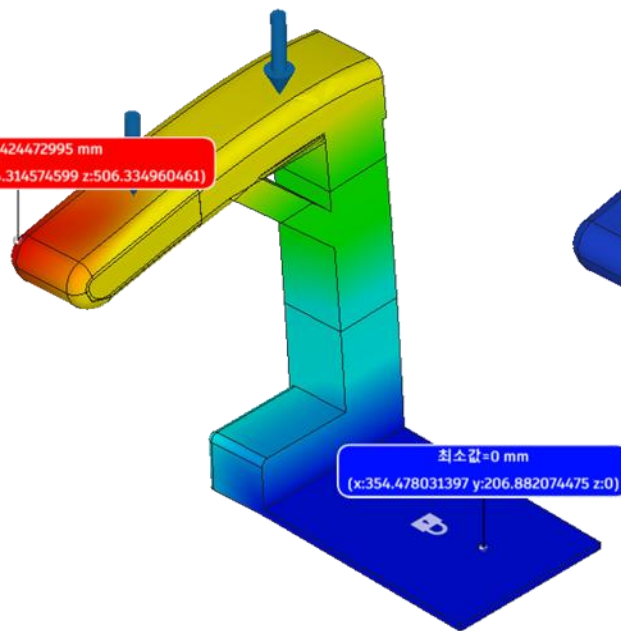
해석 도구: Autodesk Fusion의 시뮬레이션 정적 응력 기능



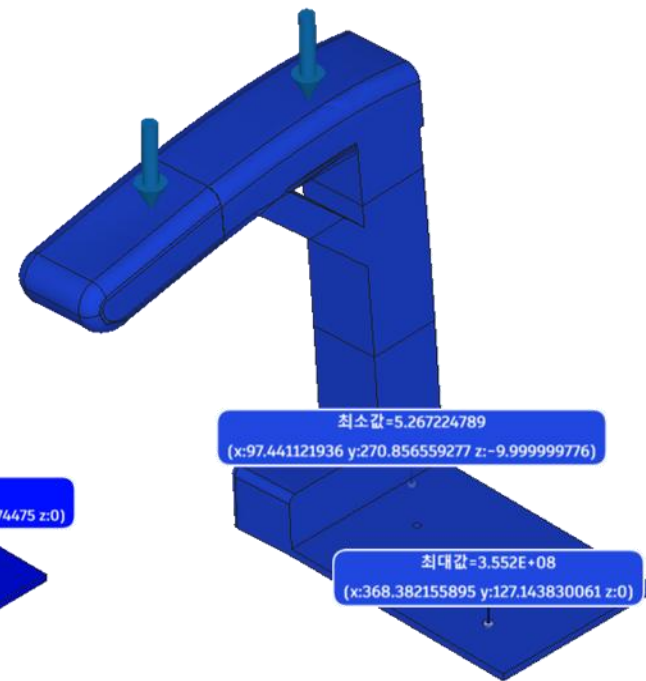
팔걸이 상단 표면에 수직 하중 500N 적용  
· 성인 남성이 팔걸이에 기대는 상황 가정



응력



변위



안전계수

구조적 안정성 및 경량화 가능성 검증

기존 PLA의 물성치      PLA 20%의 물성치

	Solid(100%)	Infill(20%)
탄성 계수	3.50 GPa	0.70 GPa
밀도	1.24 g/cm <sup>3</sup>	0.25 g/cm <sup>3</sup>
항복 강도	60.00 MPa	12.00 MPa



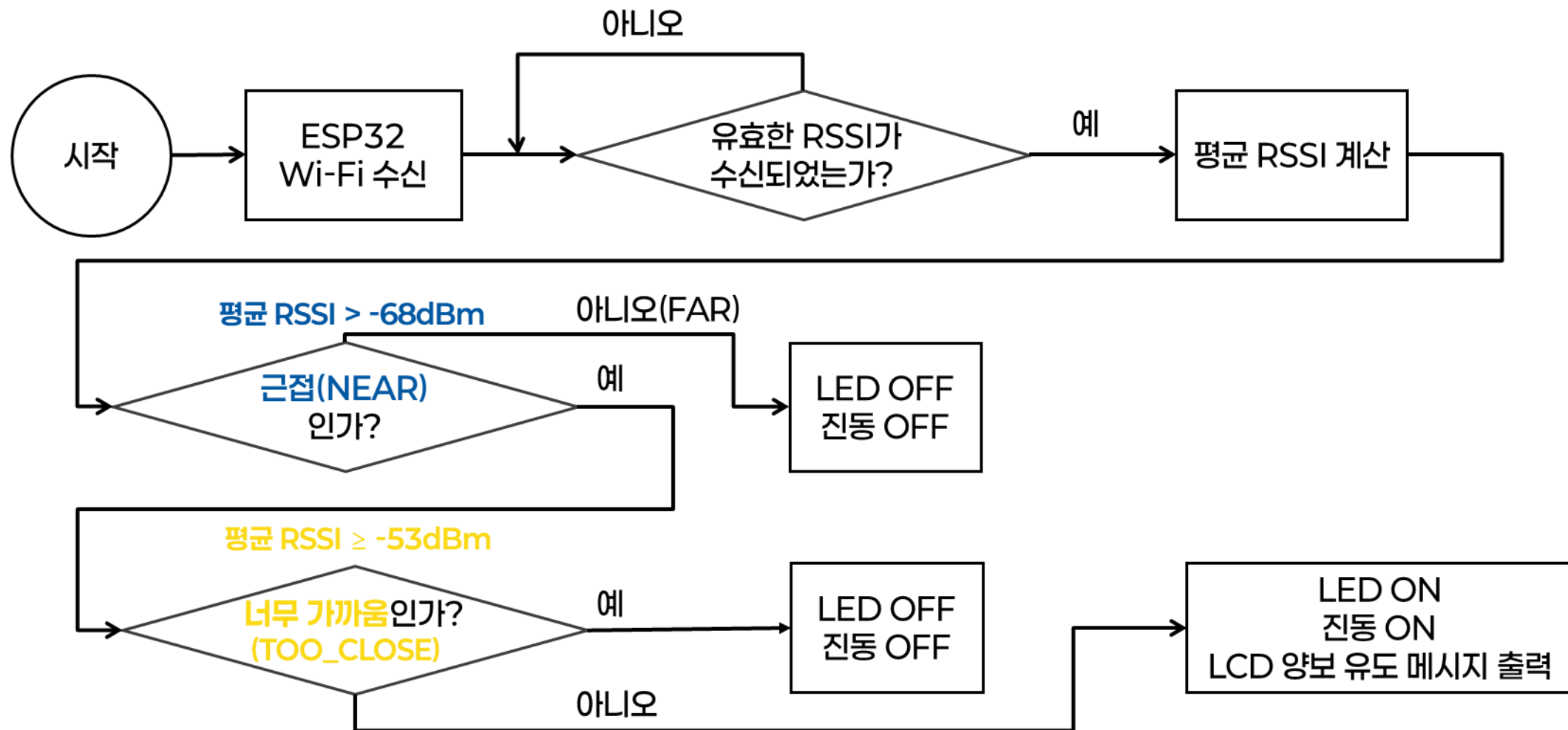
	Solid(100%)	Infill(20%)
최대 응력	1.90 MPa	2.28 MPa
최대 변위	1.40 mm	8.42 mm
최소 안전계수	31.60	5.27

Infill(20%)

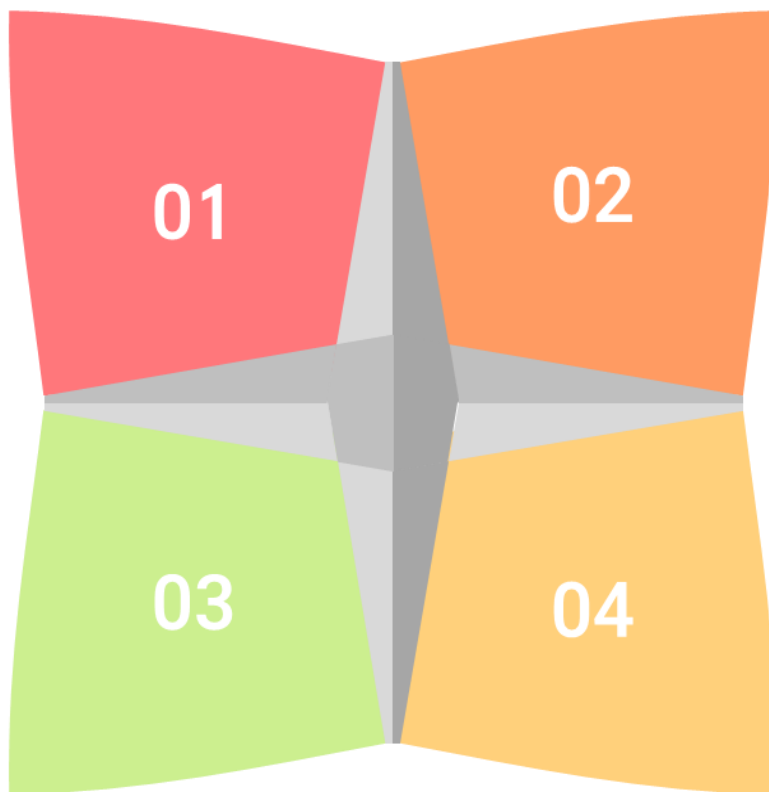
- 최대 응력: 2.28 MPa로  
PLA 항복 강도(60MPa) 대비 매우 낮아  
파손 위험이 없음
- 변위: 8.42 mm로 실제 변위 거의 없음
- 안전계수: 5.27로 목표치 4.0을 넘는  
충분한 구조적 안정성 확보

☑ 재료를 20% 수준으로 줄여도 안전성을 유지해  
경량화 및 재료 절감이 가능한 설계임이 검증됨

## 비접촉형 교통약자 배려 시스템 알고리즘



## BLE에서 Wi-Fi로 변경한 이유



#### ☑ 서버 연동 가능

Wi-Fi: IP 기반 → 버스 회사 통합 서버와 직접 연동 가능  
BLE: 별도 게이트웨이 없이는 인터넷 연결 불가

#### ☑ 버스 내 공공 Wi-Fi 인프라 활용

시내버스는 이미 LTE 라우터 + Wi-Fi AP 상시 구동  
BLE: 버스 환경에서는 고정 게이트웨이 구축 필요

#### ☑ 다수 단말을 한 네트워크로 통합 관리 가능

Wi-Fi: 여러 좌석 및 배지를 단일 AP에서 통합 관리 가능  
BLE: 연결 수 제한으로 확장성 부족

#### ☑ 데이터 처리 능력 차이

Wi-Fi: Mbps급 → 대용량 데이터·로그·OTA  
안정적으로 전송  
BLE: kbps급 → 단순 신호 이상의  
서비스 확장 어려움

### 멘토링 전

### 멘토링 후

01

#### 수동 인지 방식

교통약자가 스위치를 눌러야만 일반 승객에게 진동이 가는 방식

#### 자동 인지 방식

교통약자가 좌석 근처에 오면 자동으로 일반 승객에게 진동이 가는 방식

02

#### 직접 요청

스위치를 누르는 행위 → 공격적인 요구로 느껴질 수 있음

#### 간접 요청

버튼 조작 없이 진동으로 양보를 부드럽게 유도하는 방식

03

#### 양방향 통신

이미 앉아 있는 교통약자가 배지 버튼을 한 번 더 눌러 양보 불가 의사를 보냄

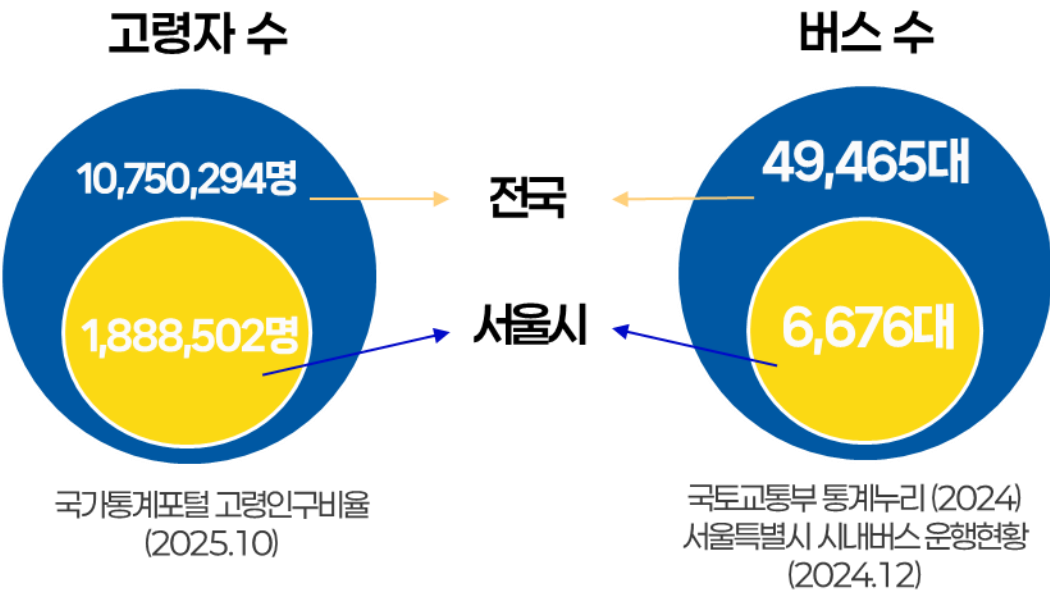
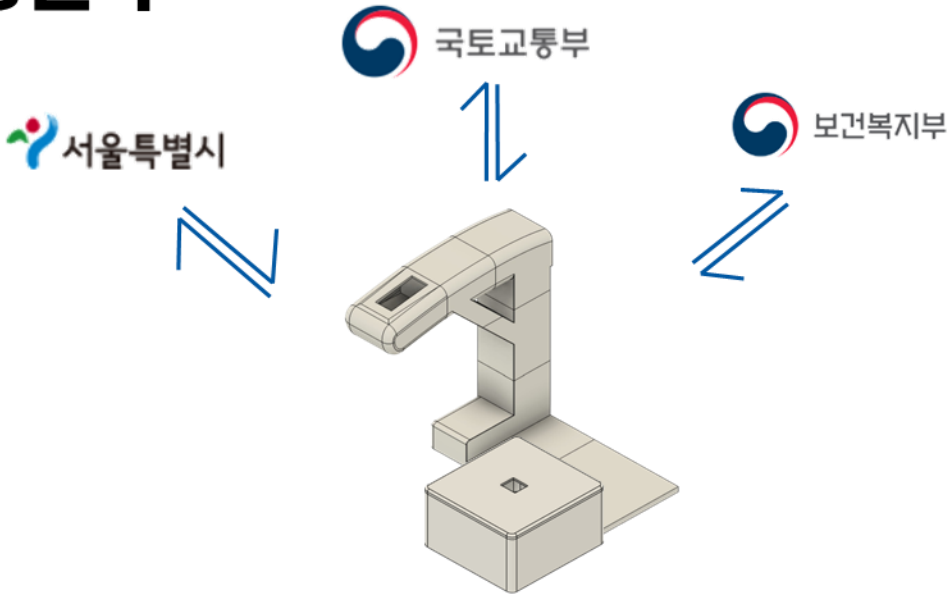
#### 단방향 통신

이미 교통약자가 앉아 있으면 자동으로 진동이 가지 않음

경제성 및 확장성 분석

배지와 팔걸이 제작 단가 (원)

	배지	팔걸이
하드웨어 부품	17900	21250
3D프린팅	380.4	25273.05
합계	18280.4 ↓	46523.05 ↓



	배지	팔걸이
1단계 서울시 시범사업	약 345억 원 ↓	약 15억 원 ↓
2단계 전국 확대 사업	약 1,965억 원 ↓	약 115억 원 ↓

\* 버스 한대당 교통약자석 5석 가정

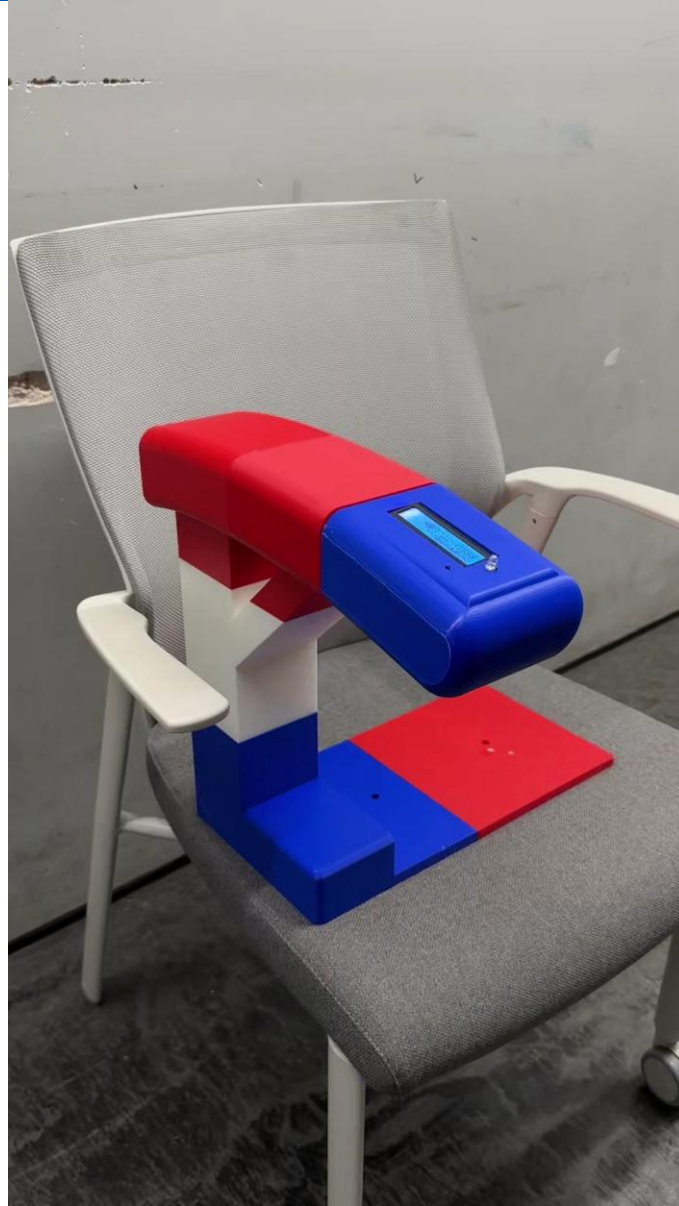


**01** 강요 없는 행동 유도를 통한  
'자발적 양보' 문화 확산

**02** 다양한 교통약자에게  
실제 착석 기회 제공

**03** 진동 및 LED로 소음, 사생활  
문제 없이 인지, 행동 가능

**04** 기관 협업 및 서버 연동을 통한  
시스템 확장



배려의 첫 걸음은 인식 개선에서 시작됩니다

발표 경청해 주셔서 감사합니다!

Thank you