


# SCV

UWB기반 실내 위치 추적과 비전기술을 활용한 로봇 운  
행 시스템



부산대학교

 졸업과제 중간보고서



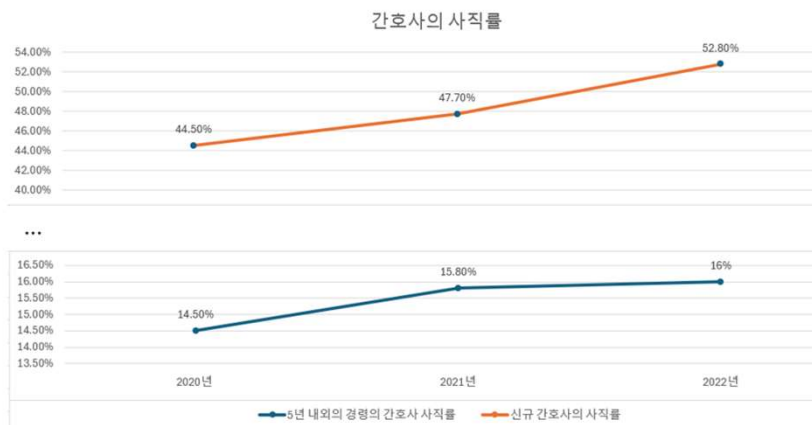
# 목차

1. 프로젝트 배경
2. 구성인원
3. 전체 시스템 모식도
4. 주요 기능

5. 주행 영상

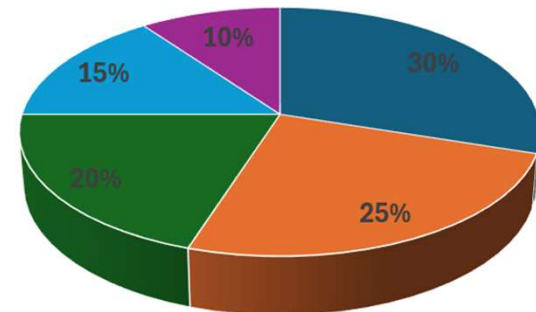


# 프로젝트 배경

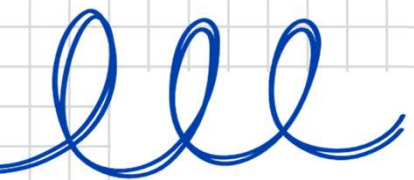


사직률 원인 비율

- 과도한 업무량
- 야간 근무 및 교대 근무로 인한 스트레스
- 직무 스트레스
- 번아웃
- 업무 환경의 열악함



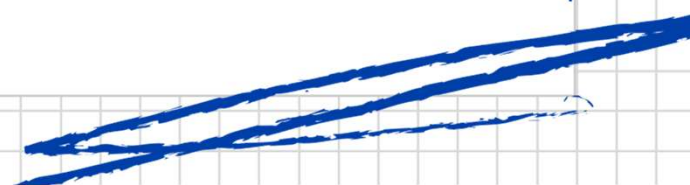
'업무 환경의 열악함', '번아웃', '직무 스트레스'의 3개 항목으로 인해 사직률이 높아지고 있습니다.  
2020년 부터 2022년까지 꾸준히 연차 상관없이 사직률이 증가 했으며, 코로나 19로 인한 높은 근무강도가 원인이 된 것으로 추측됩니다.



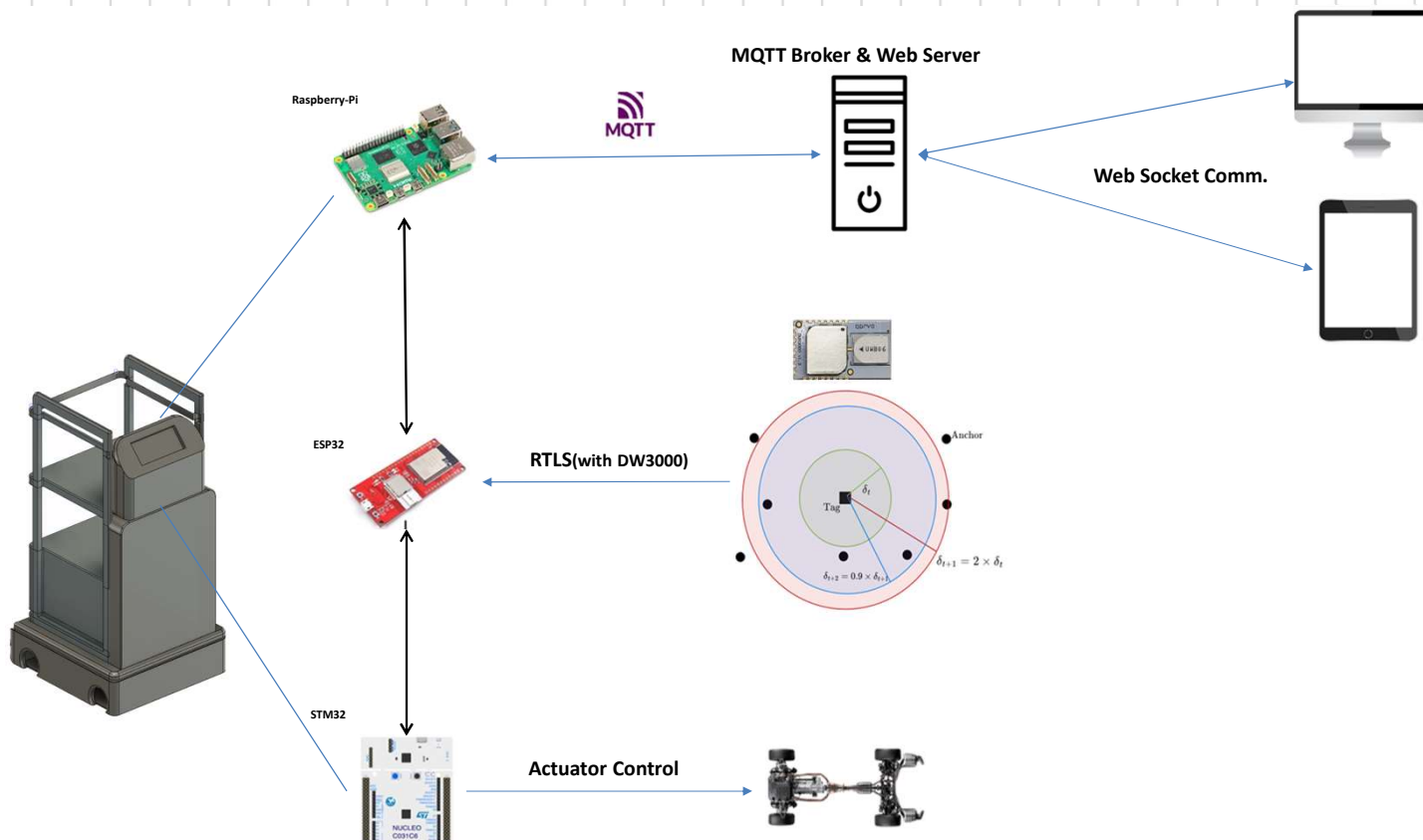
# 구성인원



- 윤석원 / UWB 기반 RTLS & 로봇 RTOS 개발 담당
- 한재안 / 사용자 상호작용 및 스케줄링 개발 담당
- 구태헌 / 컴퓨터 비전 및 실시간 네트워크를 이용한 로봇 상호작용 개발 담당



# 시스템 전체 모식도



# RTLS(Real-Time Location System) 기술 조사

| 기술                         | 장점   | 단점  | 정밀도     | 범위      | 비용 | 응용 분야                             |
|----------------------------|--|---|---------|---------|----|-----------------------------------|
| UWB (Ultra Wideband)       | <ul style="list-style-type: none"><li>- 높은 정밀도 (10cm 이내)</li><li>- NLOS 환경에서 일정 수준의 신뢰성 제공</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- 설치 및 유지 비용이 높음</li><li>- 복잡한 환경에서 신호 반사 및 다중 경로 문제 발생</li></ul> | 10cm 이내 | 10~50m  | 높음 | 실내 자산 추적, 로봇 내비게이션, 산업 자동화        |
| Wi-Fi                      | <ul style="list-style-type: none"><li>- 기존 네트워크를 활용 가능</li><li>- 비교적 저렴한 설치 비용</li></ul>             | <ul style="list-style-type: none"><li>- 비교적 낮은 정밀도 (2~3m)</li><li>- 신호 간섭에 취약</li></ul>                 | 2~3m    | 50~100m | 중간 | 건물 내 위치 기반 서비스, 소매점 고객 분석         |
| Bluetooth Low Energy (BLE) | <ul style="list-style-type: none"><li>- 저비용</li><li>- 배터리 효율성이 높음</li><li>- 설치가 용이</li></ul>         | <ul style="list-style-type: none"><li>- 비교적 낮은 정밀도 (1~5m)</li><li>- BLE Beacon 수에 따라 성능 차이</li></ul>    | 1~5m    | 10~30m  | 낮음 | 실내 자산 추적, 소매점 고객 위치 분석, 건강 관리 시스템 |

# UWB RTLS

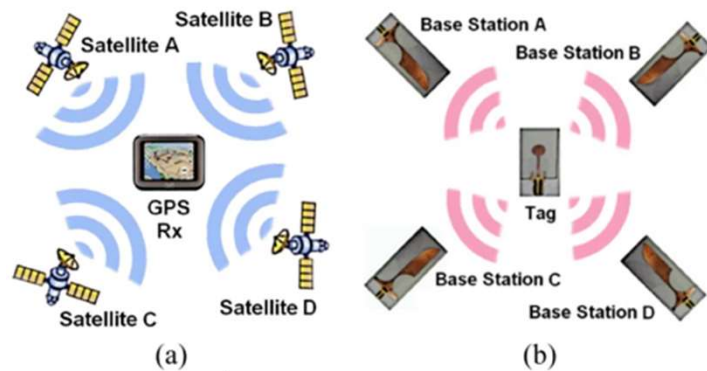


그림 1. GPS vs UWB Positioning

## 정의:

UWB (초광대역)를 기반으로 한 실시간 위치 추적 시스템(RTLS)으로 짧은 시간 내 고정밀 위치 정보를 제공함.

## 기술적 특징:

- 넓은 대역폭으로 10cm 이내의 위치 정밀도 구현.
- Two-Way Ranging 방식으로 Tag와 Anchor 간의 거리 측정.

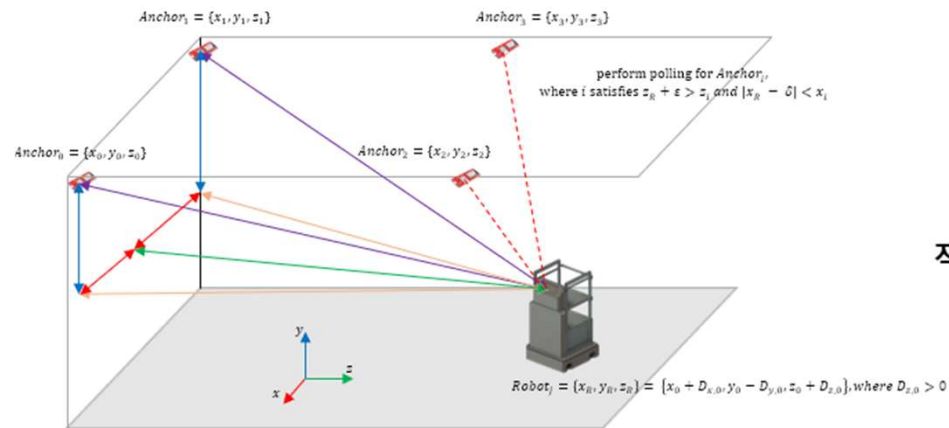
## 응용 분야:

복잡한 실내 환경에서의 정밀한 위치 추적 (병원, 공장 등).

## 한계:

NLOS(Non-Line of Sight) 환경에서 신호 반사와 회절로 인한 위치 추정 오차.

# 2-Point Anchor: Anchor 개수 최적화



## 2-Point Anchor 방식 개요

2-Point Anchor 방식은 좁은 환경(복도, 병실 등)에서 UWB RTLS의 효율성을 높이기 위한 방식. 복도나 병실처럼 UWB 유효 반경에 비해 좁은 환경에서 Anchor 설치 대수를 줄이는 데 효과적.

## 적용 이유

일반적으로 3개의 Anchor를 통해 위치 추정을 하지만, 좁은 공간에서는 3개의 Anchor를 사용할 필요가 없음.

한 방향의 축(예: z축)으로 로봇의 위치를 제한하여 2개의 Anchor로도 충분한 위치 추정이 가능.



## 2-Point Anchor: 적용 효과

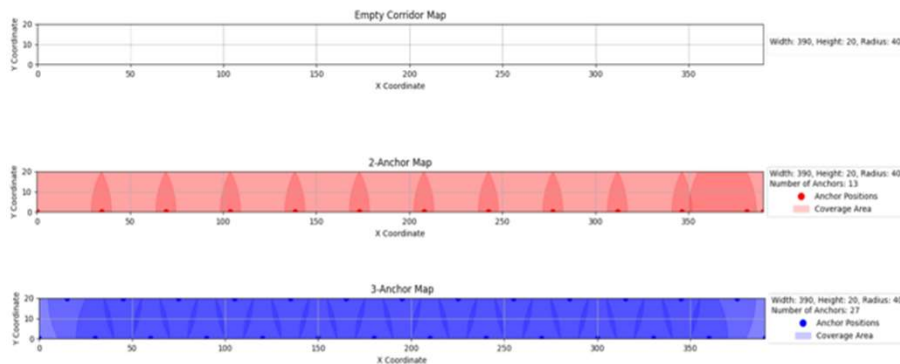
### 시뮬레이션 결과

병원의 복도와 같은 환경에서, **3-Point Anchor** 방식 대비 **2-Point Anchor** 방식을 적용했을 때:

- Anchor 설치 대수 50% 절감.
- 설치 및 유지 비용 감소.

### 기대 효과

- Anchor 설치 비용 절감.
- 병원처럼 좁은 공간에서 신속하고 효율적인 위치 추정.
- 로봇의 위치 추정 정확성 유지 및 실내 환경의 신호 혼잡도 감소.



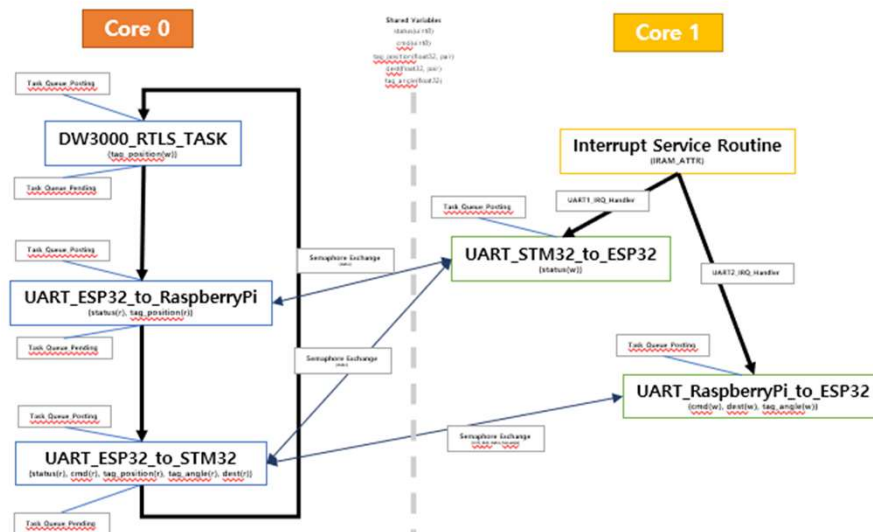
# RTOS (Real-Time Operating System)

정의:

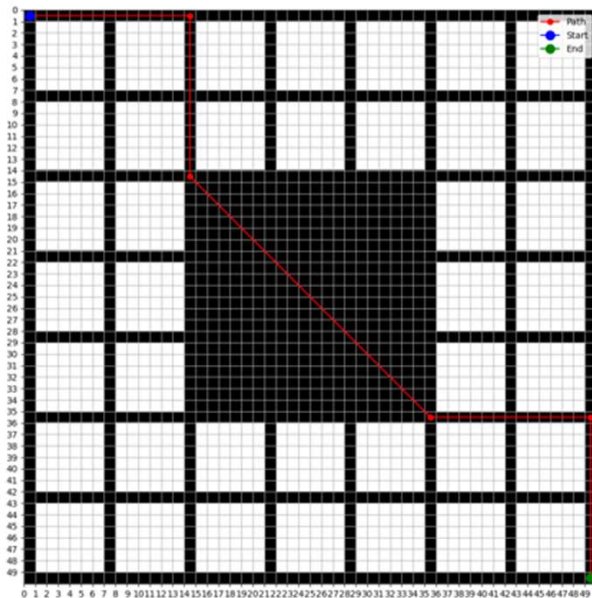
RTOS는 실시간으로 작업을 처리하며, 시스템에서 발생하는 이벤트의 빠른 응답을 위한 운영체제.

멀티코어 RTOS:

- ESP32에서 듀얼코어 기반의 RTOS를 통해 SPI 통신과 UART 통신을 분리하여 동시 처리.
- 한 코어는 ISR(Interrupt Service Routine), 다른 코어는 Task를 처리하는 Non-Blocking 방식으로 Task 수행 빈도 향상.



# 경로 최적화 알고리즘



알고리즘 종류:

대각선 경로를 허용하도록 수정한 A\* 알고리즘.

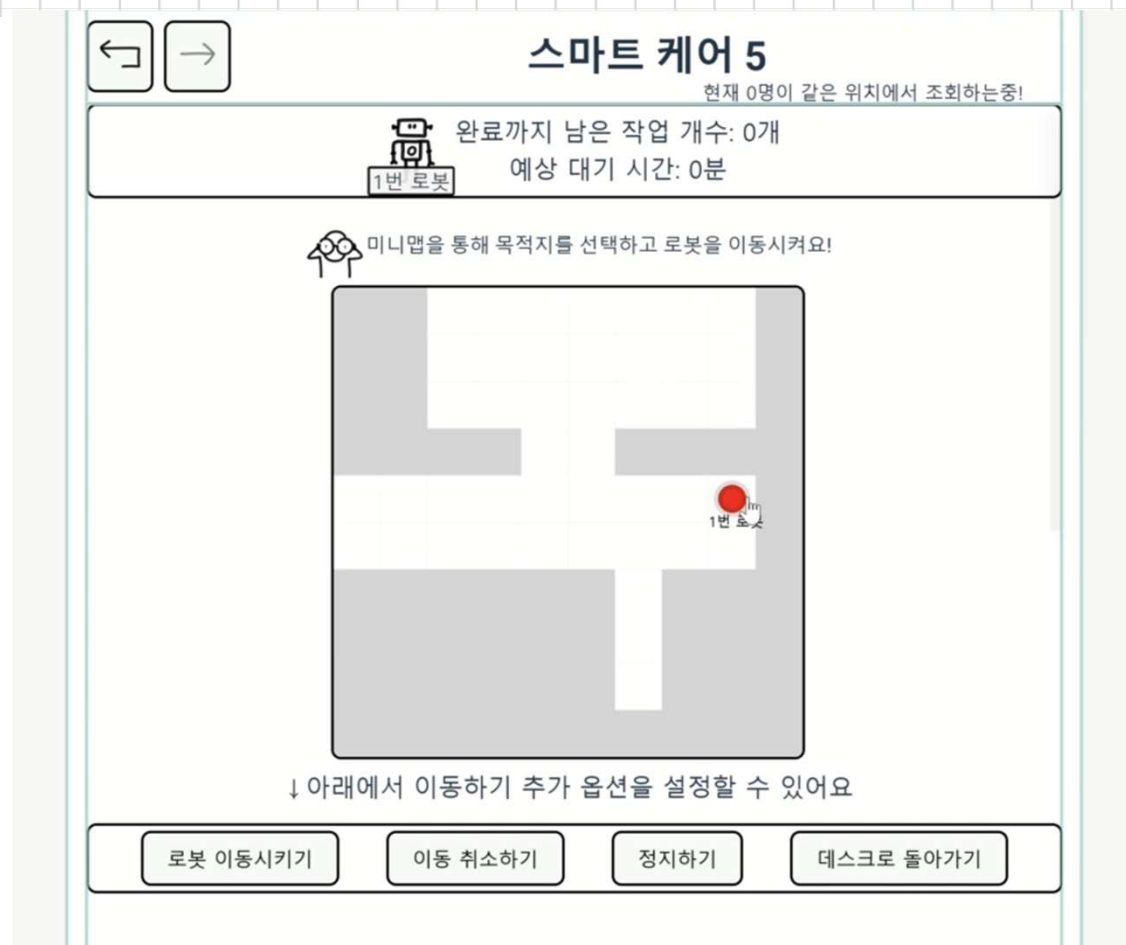
개선 사항:

대각선 경로 탐색을 허용하여 기존 직각 경로 대비  
최대 30% 이동 경로 단축.

실험 결과:

대각선 경로를 도입하여 병원 같은 좁은 공간에서의  
로봇 이동 시간을 효과적으로 단축.

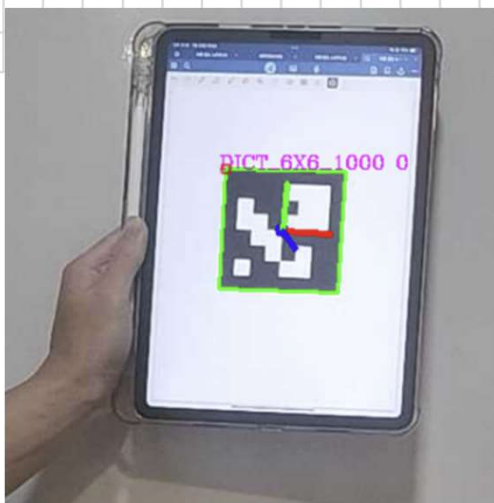
# UI 구현



lll

# 마커 인식 및 각도 측정

\*



```
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: -89.6160411894239, Pitch: 25.768549536731143, Roll: -167.93884649041797
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: -81.4742323556721, Pitch: 24.674418962473845, Roll: -169.34231438341113
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: -81.76132975741756, Pitch: 22.896842158050413, Roll: -169.34951829040178
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: -81.4114498887444, Pitch: 24.535428251684297, Roll: -168.8894668179945
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: -81.77828801348789, Pitch: 23.831567681718837, Roll: -169.04995189041978
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
```

```
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: -0.937243622778515, Pitch: 5.048280724332609, Roll: -153.78884563114998
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: -0.6074935029577821, Pitch: 3.978622619384305, Roll: -152.0467925276302
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: 1.3028559649783043, Pitch: -0.7277503957187937, Roll: -152.9019349369913
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: 1.1985454881128732, Pitch: -0.6752359518516944, Roll: -152.2497711365537
```

```
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: 85.50424823743872, Pitch: 1.3141210598382975, Roll: 171.65411040945304
Markers detected using DICT_6X6_1000 dictionary
Yaw: 87.20857818765421, Pitch: -12.20164048347006, Roll: 175.06970544663838
```

\*

# 하드웨어 디자인







# 주행 영상

