

E3 SDD (로보카 폴리) 상세 평가

1. 개요 및 시스템 설명

이 문서는 **자율 이동 로봇(AMR)을 활용한 "로보카 폴리 시스템"** 을 설명합니다. 시스템은 고객(Callers)의 안전을 보장하기 위해 호출한 위치를 찾아가 일정 구간 동행하는 기능을 제공합니다.

강점:

기능 정의가 비교적 명확함:

- “AMR 이 요청에 맞게 작동할 수 있도록 필요한 하드웨어 및 소프트웨어로 구성됩니다.”
- "caller 의 요청으로 로컬에서 수행되며, AMR 은 위치 모니터링, 도착 알림을 보내며, caller 인터페이스에 정보 전달을 위해 서버와 통신을 합니다."

그러나, **보안성 및 긴급 상황 대응 로직**이 언급되지 않음.

예를 들어, Caller 가 목적지 도착 전 긴급 상황을 겪을 경우 AMR 이 어떤 조치를 취하는지 설명이 없음.

2. 시스템 아키텍처

AMR 과 Caller, 모니터링 PC 를 중심으로 구성되어 있음.

설계 방식이 직관적:

- ROS2 기반 AMR 이 Wi-Fi 를 통해 Caller PC 와 모니터링 PC 와 통신.
- "AMR 은 위치 모니터링, 도착 알림을 보내며, caller 인터페이스에 정보 전달을 위해 서버와 통신을 합니다."
- 그러나 **구체적인 데이터 흐름**(예: 호출 시 패킷 구조, 네트워크 부하 대응 등)은 부족함.

보완할 점:

- Caller 가 AMR 을 호출하는 방식이 명확하지 않음.
 - AMR 이 네트워크 장애 발생 시 얼마나 오래 대기하며, 연결 복구 후 재시작하는지 설명 없음.
-

3. 구성 요소 설계

3.1 하드웨어 구성 요소

필수 요소 포함:

- Jetson-Orin (온보드 AI 및 데이터 처리)
- Ubuntu 22.04 및 ROS2
- LiDAR 및 USB 카메라
- Wi-Fi 6 지원
- Caller PC 와 Server PC 구분

배터리 지속 시간 문제가 있음

- "배터리: 최소 10 분 배터리 수명" → 실용적으로 너무 짧음.
- 만약 장거리 이동이 필요한 경우 시스템 지속 시간이 부족하여 충전 관련 정책이 필수.

3.2 소프트웨어 구성 요소

주요 기능 포함:

- Python3, Flask 기반 UI
- SQLite3 로그 기록
- OpenCV, YOLO 를 통한 객체 탐지

객체 인식이 단순함

- Caller 만 추적하도록 설계되어 있으며, 다수의 Caller 요청을 처리하는 로직이 없음.
 - "객체 감지 및 트래킹" 이라고만 명시되어 있으며, 구체적인 모델 학습 방식, fine-tuning 방법론이 부족.
-

4. 데이터 흐름 설계

기본적인 흐름 포함:

- "AMR 카메라: caller 이동을 확인하며 트래킹"
- "온보드 처리: 비디오 및 센서 데이터는 AMR 에서 YOLO 를 사용해 로컬로 처리되어 객체 감지 및 이미지 분석이 이루어집니다."

실시간 동작 방식이 부족함

- ROS2 에서 데이터 송수신이 얼마나 빠르게 수행되는지 설명 없음.
- AMR 과 Caller 간 거리 측정 방식이 설명되지 않음.
- Caller 가 갑자기 멈출 경우, AMR 이 즉시 멈추는지, 일정 거리를 유지하는지 설명 부족.

예시 추가 가능:

- “AMR 은 0.5 초마다 Caller 의 위치를 업데이트하고, Caller 의 속도 변화에 맞춰 이동 속도를 조정한다.” 같은 내용이 필요함.
-

5. 상세 설계

주요 기능 포함:

- "네비게이션: ROS2 와 SLAM(동시 위치 추정 및 매핑)을 사용하여 AMR 내에서 자율적으로 이동하고 장애물을 회피합니다."
- "Caller 보호: Jetson-Orin 에서 실행되는 YOLO 기반 객체 감지를 통해 caller 의 경로를 함께 이동하며 주변 환경 촬영과 동행을 통해 보호"

ROS2 네비게이션 동작 방식이 설명 부족

- "장애물을 회피한다"고 명시했지만, **어떤 방식**으로 회피하는지(예: DWA, TEB 플래너 활용 등) 설명이 없음.
 - AMR 이 경로를 벗어나면 복구하는 방법이 설명되지 않음.
-

6. 보안 설계

기본적인 암호화 적용:

- "TLS 1.3 을 사용해 암호화됩니다."
- "대시보드는 다중 요소 인증을 통해 접근이 제한되어 있습니다."

네트워크 보안 상세 부족

- Caller 의 요청이 AMR 에 어떻게 인증되는지 설명 없음.
- Caller 가 아닌 사용자가 임의로 AMR 을 호출하는 보안 문제에 대한 고려 부족.
- 대시보드 인증 방식이 명확하지 않음 (예: OAuth, JWT 등).

7. 성능 요구사항

필수 요구사항 명시:

- "알림은 1 초 미만의 지연 시간으로 모니터링 PC 에 도달해야 합니다."
- "AMR 은 최소 10 분 동안 연속 운영" → **너무 짧음**
- "확장성: 단일 AMR 운영에 맞춰 설계되었으나, 추가 유닛이 필요할 경우 최소한의 아키텍처 변경으로 지원 가능합니다."

배터리 수명 문제

- "최소 10 분 동안 연속 운영" → 일반적인 서비스로는 실용성이 부족함.
 - **충전 방식, 에너지 절약 모드 등에 대한 설명 추가 필요.**
-

8. 오류 처리 및 복구

기본적인 장애 처리 포함:

- "네트워크 손실: Wi-Fi 연결이 끊기면 AMR 은 제한된 기능으로 자율적으로 작동을 유지하며, 연결이 복원되면 데이터 전송을 재개합니다."
- "하드웨어 오류: AMR 은 정기적으로 센서 및 하드웨어 상태를 점검합니다."

자세한 복구 방법 설명 부족

- "제한된 기능"이 무엇인지 설명 없음.
 - Wi-Fi 연결이 장시간 끊길 경우 AMR 이 어떻게 행동하는지 설명 없음.
-

9. 테스트 및 검증

테스트 계획 포함:

- "단위 테스트: ROS2 노드 및 Flask 서버를 포함한 모든 소프트웨어 구성 요소를 개별적으로 테스트하여 기능을 검증합니다."
- "통합 테스트: AMR 과 모니터링 PC 를 통합하여 원활한 데이터 흐름과 명령 실행을 보장합니다."

- "현장 테스트: 목표 보안 구역에서 AMR 을 테스트하여 자율 네비게이션, 상태 알림 및 도착 알림 기능을 실제 조건에서 검증합니다."

정량적 평가 방식 부족

- 예를 들어,
 - "장애물 회피 성공률 95% 이상"
 - "Caller 추적 성공률 90% 이상"
 - "Wi-Fi 연결 끊김 후 복구 속도 3 초 이내"같은 수치적 목표가 없어 명확한 평가 기준이 부족함.
-

종합 평가

강점:

- 기능 정의가 비교적 명확하고, ROS2 기반 설계가 포함됨
- 기본적인 보안 및 네트워크 기능을 포함함
- 객체 탐지 및 Caller 보호 기능을 고려함

보완할 점:

- 배터리 지속 시간이 너무 짧아 실용성이 낮음.
- 데이터 흐름 및 네비게이션 세부 동작이 부족함.
- Wi-Fi 장애 및 Caller 인증에 대한 보안이 미흡함.
- 테스트 및 검증에서 정량적 평가 기준이 부족함.