시스템 설계 (SDD)

프로젝트 제목 : 미아 탐지 로봇

**장점**

* **네비게이션 및 객체 탐지 흐름**이 비교적 구체적으로 서술됨. 문서에서 “AMR이 장애물을 회피하며 지정된 경로를 자율주행”하고, “순찰 중 AMR 카메라에 목표 객체 탐지” 후 “YOLOv8 알고리즘으로 카메라 데이터에서 객체 인식”이라는 식으로 단계가 명확함.
* **트래킹 로직**이 언급됨. 예: “목표 객체의 bounding box 크기와 centerpoint 계산 … AMR 속도명령 퍼블리셔(cmd\_vel) …” 식으로 구체적인 방식이 제시됨.
* **미아 판별 기준**(10초 이상 감지 시 “미아”, 5초~10초는 “미아 의심” 등)이 명시되어 상황 판단 로직을 체계화함.
* **예외 처리 항목**이 별도로 존재. “네트워크 손실 … 방화벽 오류 … 하드웨어 손상 … 배터리 부족 …” 등 시스템 운영 중 발생 가능한 주요 오류에 대한 간단한 대처 방안이 써 있음.

**약점**

* **보안**이 “Wi-Fi를 통한 ROS2 메시지 송수신” 정도로만 언급되어, 암호화나 인증, 접근 제어 같은 세부 설정이 미흡함.
* **배터리 대책**이 충분히 구체적이지 않음. 문서에 “배터리 부족 … 추적 완료 후 … 초기 충전 위치로 복귀”라고만 되어 있으나, 추적이 길어질 경우 교체/도킹 전략 등을 좀 더 기술할 필요가 있음.
* **데이터베이스 설계**와 로그 구조가 모호함. 문서에 “추적 데이터(객체 ID, 좌표, 클래스 등)를 로컬 데이터베이스에 저장” 정도만 언급되고, 테이블 스키마나 보존 정책, 동시 접근 문제가 드러나지 않음.
* **ROS2 네트워크 QoS** 설정이나 메시지 타입 등에 관한 내용이 추상적으로만 언급됨(“ROS2 네트워크 상태 모니터링 노드 … 방화벽 문제 완화”), 실제 QoS 프로파일(신뢰성, 내구성) 설정 등은 구체적으로 언급되지 않음.
* **확장성**이 크게 다뤄지지 않음. 여러 AMR이 동시 운용될 경우나 더 많은 객체 클래스를 감지해야 할 때의 부하, 네트워크 충돌 우려 등이 언급되지 않음.

**데이터 흐름**

* 문서상 “Sensor Node --> Object Detection Node --> Object Tracking Node --> Path Planning Node” 구성을 명시함. “AMR이 정해진 두 지점을 왕복 시작” → “USB 카메라로 이미지 수집 후 YOLOv8 모델에 전송” → “탐지 결과 … 미아 판별 및 경고 메시지 전송” 순서를 확인할 수 있음.
* “pyQT로 ‘순찰 개시’ popup 유저 GUI”가 나온 뒤 “Nav2 액션 서버”로 목표 좌표를 전송하고, “YOLOv8 알고리즘”으로 객체 감지. 그 후 “goal pose 취소 메세지 전송해 네비게이션 중단” → “Teleop 전환” 식으로 흐름이 구체적임.

**오류 처리**

* 문서에서는 “네트워크 손실 시 … ROS2 노드를 재등록,” “방화벽 오류 … 포트를 방화벽에서 허용,” “배터리 부족 시 … AMR이 추적 완료 후 복귀” 등 항목별 대응을 제시함.
* 센서(카메라, LiDAR 등) 자체가 고장 났을 때의 세부 처리, YOLO 모델 실행 중 crash 상황, 로직 혼선 등은 크게 언급되지 않음.
* “가상환경 연결 오류 : … 패키지 설치 오류 시 재시작”만 간단히 제시돼, 구체적 재시작 방안이나 로그에 대한 언급은 부족함.

**개선 제안**

1. **보안 보강**
   * ROS2 DDS 보안(암호화, 인증, 접근제어) 혹은 TLS 터널링 등 구체적 기법 도입.
2. **배터리 전략**
   * 장시간 추적이 필요할 수 있으므로 도킹 스테이션 자동 호출, 배터리 모듈 교체, 추가 로봇 투입 등 시나리오 구체화.
3. **데이터베이스 및 로깅**
   * 예: 미아 탐지된 시각, 좌표, confidence, AMR 상태 등을 테이블 스키마로 명시해 저장. 보존 기간, 동시 접근 처리도 포함.
4. **ROS2 QoS 상세**
   * “reliable” vs “best effort,” “volatile” vs “transient local,” “keep last” 등 프로파일 정의, 메시지 끊김 시 재시도 전략 제시.
5. **확장성 & 리소스 관리**
   * 여러 대 AMR이 동시에 순찰하면 Wi-Fi 대역, CPU/GPU 사용, ROS2 토픽 폭주가 우려되므로 부하 테스트 계획 수립.

**참고자료**

* [IEEE 1016 SDD Standard](https://standards.ieee.org/standard/1016-2009.html)
* [NASA Technical Reports](https://ntrs.nasa.gov/search)
* ROS2 보안 문서: <https://docs.ros.org/en/foxy/Concepts/About-Security.html>

시스템의 주요 목적과 절차(미아 탐지, parent 클래스 발견 시 추적 해제 등)는 명확하나, 보안·오류대응·데이터베이스 세부 설계가 더 강화되면 좋을 것으로 보임.