**시스템 요구사항 문서 (SRD)**

**프로젝트 제목:** 멸종 위기동물 탐지 및 추적 관찰 시스템  
**버전:** 1.0  
**날짜:** 24.12.30

**1. 소개**

이 시스템 요구사항 문서는 AMR 기반 동물 추적 관찰 시스템의 개발 및 구현을 위한 기술 사양을 정의합니다. 여기에는 하드웨어, 소프트웨어, 네트워킹, 통합 요구사항이 포함됩니다.

**2. 시스템 개요**

이 시스템은 AI 기반 자율 이동 로봇(AMR)인 TurtleBot3를 사용하여 대상 구역에서의 동물 관측 및 추적 관찰 보고를 제공합니다. 네비게이션, 센서 데이터 처리, 실시간 관찰 및 사용자 인터페이스 관리를 포함하여 하드웨어 및 소프트웨어 요소들이 통합됩니다.

**3. 하드웨어 및 OS 요구사항**

**3.1 PC**

* **운영 체제:** Ubuntu 22.04
* **카메라:** USB 카메라
* **네트워크:** Wi-Fi 6을 통한 고대역폭 무선 연결 지원

**3.2 AMR 장치 (TurtleBot3 기반)**

* **하드웨어:** Jetson-Orin 프로세서 탑재
* **운영 체제:** Ubuntu 22.04
* **카메라:** USB 카메라
* **센서:** 기본적으로 장착된 LiDAR 및 초음파 센서 (360도 커버리지)
* **배터리:** 최소 8시간 배터리 수명, 자율 도킹 및 충전 지원

**3.3 충전 스테이션**

* **자율 도킹:** 최소한의 수동 개입으로 AMR의 자율 도킹 및 충전 지원
* **전원 관리:** 과충전 방지 및 전력 소비 모니터링을 위한 안전 메커니즘
* **위치 호환성:** 보안 구역의 다양한 환경 설정과 호환

**4. 소프트웨어 요구사항**

**4.1 PC 소프트웨어 패키지**

* **Python3:** AI 및 데이터 처리 작업을 위한 기본 프로그래밍 언어
* **ROS2 (Robot Operating System 2):** AMR 제어 및 통신을 위한 주요 플랫폼
* **OpenCV:** 비디오 및 이미지 처리 라이브러리
* **Ultralytics (YOLO):** 객체 탐지 모델을 사용하여 실시간 위협 탐지 수행
* **Flask:** 사용자 인터페이스 및 대시보드의 백엔드 서버
* **SQLite3:** 데이터 저장 및 기록 보관을 위한 경량 데이터베이스

**4.2 AMR 소프트웨어 패키지**

* **Python3:** TurtleBot3의 제어 및 AI 기반 데이터 처리
* **ROS2:** 실시간 네비게이션 및 센서 데이터 통합
* **OpenCV:** 이미지 처리 및 컴퓨터 비전 기능
* **Ultralytics (YOLO):** 이동 중 객체 및 이상 탐지를 위한 경량 객체 인식 모델

**5. 네트워크 요구사항**

**5.1 AMR 및 서버 연결성**

* **무선 네트워크:** 안정적이고 높은 대역폭의 Wi-Fi 6을 사용하여 AMR과 서버 간 실시간 데이터 전송과 통신을 보장
* **범위:** 보안 구역의 모든 구역에 대한 무선 커버리지, 필요 시 메쉬 네트워크 지원
* **백업 메커니즘:** Wi-Fi가 불가능할 경우 셀룰러 연결(4G/5G)로 대체 가능

**5.2 데이터 전송 및 보안**

* **데이터 전송 속도:** 실시간 비디오 스트리밍 및 원격 측정을 위한 AMR당 최소 1 Mbps
* **네트워크 보안:** Wi-Fi 암호화를 위한 WPA3, 서버 통신의 IP 화이트리스트 및 방화벽 보호

**6. 기능 요구사항**

**6.1 실시간 데이터 처리**

* **비디오 처리:** 각 AMR은 선택된 프레임을 중앙 서버에 전송하기 전에 비디오를 로컬에서 처리하고 분석해야 함
* **동물 탐지:** 서버의 AI 모델은 여러 AMR의 데이터를 집계하여 출현 패턴을 확인하고 오탐 방지

**6.2 저장 및 보관**

* **비디오 보관:** AMR에 로컬로 48시간 동안 이미지 데이터를 저장하고, 중요한 대상은 중앙 서버에 30일 동안 보관
* **데이터 아카이빙:** 모든 과거 데이터는 월별로 아카이브되며 최소 1년 동안 보관

**6.3 사용자 인터페이스 및 제어**

* **UI 응답성:** 각 AMR의 라이브 피드를 1초 미만의 지연으로 표시
* **수동 제어:** 관찰 담당자가 대시보드에서 AMR을 수동으로 제어할 수 있도록 허용
* **알림 시스템:** 멸종위기동물에 대한 실시간 푸시 알림 및 SMS 알림

**7. 비기능 요구사항**

**7.1 보안**

* **암호화:** 모든 네트워크 전송에 TLS 1.3 및 저장된 데이터에 AES-256 사용
* **접근 제어:** 모니터링 대시보드에 대한 역할 기반 접근 제어 및 다중 요소 인증
* **감사 로그:** 대시보드 접근 및 상태 변화, AMR위치에 대한 모든 기록이 준수 목적으로 로그인 정보와 함께 로그에 남겨져야 함

**7.2 신뢰성**

* **시스템 가동률:** 전체 시스템의 목표 가동률 99.9%, 다운타임은 정기 유지보수에 제한
* **장애 복구 메커니즘:** 단일 장애 지점에서 연속성을 보장하기 위해 중복 서버 및 네트워크 경로

**7.3 성능**

* **데이터 지연:** 실시간 경고를 위한 엔드 투 엔드 지연이 1초 미만이어야 함
* **확장성:** 성능 저하 없이 최대 10개의 활성 AMR 지원
* **배터리 효율성:** 각 AMR은 한 번의 충전으로 최소 8시간 작동해야 함

**8. 준수 요구사항**

* **데이터 보호:** 개인 및 비디오 데이터 처리를 위한 GDPR 또는 유사한 데이터 보호 규정 준수
* **운영 안전성:** AMR은 특히 고밀도 우림 환경에 배치되는 경우 동식물 보호 규정 준수 필요

**9. 수락 기준**

* 모든 AMR과 중앙 서버 간의 성공적인 배포 및 원활한 통신
* 라이브 피드 및 녹화된 클립에서 검증된 비디오 품질
* 지정된 지연 내에서 멸종위기동물의 일관된 탐지 및 데이터 생성
* 보안 및 데이터 보호 표준 준수