

# System Requirements Document (SRD)

**Project Title:** Autonomous Mobile Robot (AMR) Security System

**Version:** 1.1

**Date:** [Insert Date]

---

## 1. Introduction

This document defines the system requirements, including technical specifications for hardware, software, networking, and integration necessary to develop and implement the AMR-based security solution.

---

## 2. System Overview

This system uses AI-enabled Autonomous Mobile Robots (AMRs), specifically TurtleBot3, for autonomous patrolling, threat detection, and reporting in secure areas. It integrates navigation, sensor data processing, real-time alerts, and user interface management with specified hardware and software components.

---

## 3. Hardware and OS Requirements

### 3.1 PC

- **Operating System:** Ubuntu 22.04
- **Camera:** USB Camera
- **Network:** Support for high-bandwidth Wi-Fi 6 connectivity

### 3.2 AMR Device (TurtleBot3-based)

- **Hardware:** Equipped with Jetson-Orin processor
- **Operating System:** Ubuntu 22.04
- **Camera:** USB Camera
- **Sensors:** Built-in LiDAR and ultrasonic sensors for 360-degree coverage
- **Battery:** Minimum 8-hour battery life per charge, with autonomous docking for recharging

### 3.3 Charging Station

- **Autonomous Docking:** Supports AMR self-docking and charging with minimal manual intervention
  - **Power Management:** Safety mechanisms to prevent overcharging and monitor power consumption
  - **Location Compatibility:** Compatible with various environmental setups in the secure area
- 

## 4. Software Requirements

### 4.1 PC Software Packages

- **Python3:** Primary programming language for AI and data processing tasks
- **ROS2 (Robot Operating System 2):** Core platform for AMR control and communication
- **OpenCV:** Library for video and image processing
- **Ultralytics (YOLO):** Object detection model used for real-time threat detection
- **Flask:** Backend server for user interface and dashboard
- **SQLite3:** Lightweight database for data storage and record-keeping

### 4.2 AMR Software Packages

- **Python3:** Used for controlling TurtleBot3 and AI-based data processing
  - **ROS2:** Provides real-time navigation and sensor data integration
  - **OpenCV:** For image processing and computer vision functionality
  - **Ultralytics (YOLO):** Lightweight object recognition model for detecting objects and anomalies on the move
- 

## 5. Network Requirements

### 5.1 AMR and Server Connectivity

- **Wireless Network:** Wi-Fi 6 for stable, high-bandwidth connectivity, ensuring real-time data transfer and communication with AMRs
- **Range:** Wireless coverage across all secure area zones, with mesh networking support if needed
- **Fallback Mechanism:** Support for cellular connectivity (4G/5G) as a backup if Wi-Fi is unavailable

## 5.2 Data Transfer and Security

- **Data Rate:** Minimum 1 Mbps per AMR for real-time video streaming and telemetry data
  - **Network Security:** WPA3 for Wi-Fi encryption, with IP whitelisting and firewall protection on server communications
- 

## 6. Functional Requirements

### 6.1 Real-Time Data Processing

- **Video Processing:** Each AMR should process and analyze video locally before transmitting alerts or selected frames to the central server
- **Threat Detection:** AI models on the server should aggregate data from multiple AMRs to confirm threat patterns and reduce false positives

### 6.2 Storage and Retention

- **Video Retention:** Store video data locally on AMRs for 48 hours, with significant events transmitted to the central server for 30-day retention
- **Data Archiving:** All historical data should be archived monthly, with a minimum storage duration of one year

### 6.3 User Interface and Control

- **UI Responsiveness:** Display each AMR's live feed with latency under 1 second
  - **Manual Override:** Allow security personnel to manually control AMRs from the dashboard if an issue or threat requires it
  - **Notification System:** Real-time push notifications and SMS alerts for high-priority security events
- 

## 7. Non-Functional Requirements

### 7.1 Security

- **Encryption:** Use TLS 1.3 for all network transmissions and AES-256 for stored data
- **Access Control:** Role-based access control for the monitoring dashboard with multi-factor authentication

- **Audit Logs:** All access to the dashboard and manual overrides must be logged for compliance

## 7.2 Reliability

- **System Uptime:** Target uptime of 99.9% for the entire system, with downtime restricted to scheduled maintenance
- **Failover Mechanism:** Redundant servers and network paths to ensure continuity in case of single-point failures

## 7.3 Performance

- **Data Latency:** End-to-end latency under 1 second for real-time alerts
  - **Scalability:** Support up to 100 active AMRs without performance degradation
  - **Battery Efficiency:** Each AMR should operate for a minimum of 8 hours on a single charge
- 

## 8. Compliance Requirements

- **Data Protection:** Compliance with GDPR or similar data protection regulations for handling personal and video data
  - **Operational Safety:** AMRs must comply with CE or UL standards for electronic and safety compliance, especially if deployed in high-traffic environments
- 

## 9. Acceptance Criteria

- Successful deployment and seamless communication between all AMRs and the central server
- Verified video and audio quality on live feeds and recorded clips
- Consistent detection of security threats and generation of alerts within specified latency
- Compliance with security and data protection standards

# 시스템 요구사항 문서 (SRD)

프로젝트 제목: 자율 이동 로봇(AMR) 보안 시스템

버전: 1.1

날짜: [날짜 삽입]

## 1. 소개

이 시스템 요구사항 문서는 AMR 기반 보안 솔루션의 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 보안 구역의 자율 순찰, 위협 탐지 및 보고를 제공합니다. 네비게이션, 센서 데이터 처리, 실시간 경고 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 (360 도 커버리지)
- 배터리: 최소 8 시간 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: TurtleBot3 의 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 6 을 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-Fi 가 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 AMR 당 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 경고나 선택된 프레임을 중앙 서버에 전송하기 전에 비디오를 로컬에서 처리하고 분석해야 함
- **위협 탐지:** 서버의 AI 모델은 여러 AMR의 데이터를 집계하여 위협 패턴을 확인하고 오탐 방지

### 6.2 저장 및 보관

- **비디오 보관:** AMR에 로컬로 48 시간 동안 비디오 데이터를 저장하고, 중요한 이벤트는 중앙 서버에 30 일 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 1 초 미만의 지연으로 표시
- **수동 제어:** 보안 담당자가 대시보드에서 AMR을 수동으로 제어할 수 있도록 허용
- **알림 시스템:** 고우선 보안 이벤트에 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 수동 제어에 대한 모든 기록이 준수 목적으로 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 100 개의 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 교통 환경에 배치되는 경우 전자 및 안전 규정 준수 (CE 또는 UL 표준 준수) 필요
- 

## 9. 수락 기준

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