

지능형 무인 경계 로봇 구현

김대영, 박민재, 조영진



목차

1. 연구 배경 및 목표

- a. 과제 배경
- b. 과제 목표

2. 현실적 제약 사항 및 대책

- a. 모델 경량화 문제
- b. 책임 소재 문제

3. 시스템 구조

- a. 머신러닝 모델 학습 구조
- b. 서버 및 Application 구조

4. 개발 환경 및 사용 기술

- a. 개발 환경
- b. 사용 기술

5. 일정 및 역할 분담

- a. 개발 일정
- b. 역할 분담

6. 참고 문헌

1. 연구 배경 및 목표

a. 과제 배경

이 프로젝트는 미국의 치안 문제, 특히 주택 강도 등 사유지 침입의 심각성에 착안하여 시작되었습니다. 출산률 저하로 인한 병력 부족 문제와 함께, 국경 경비와 같은 치안 업무에 있어 효율적인 대안이 필요합니다. 따라서, 물체 인식 기술을 활용하여 침입자를 식별하고, 모듈식 디자인을 적용해 다양한 기능을 제공하는 지능형 무인 경계 로봇 시스템을 개발하고자 합니다. 이를 통해 주택의 안전성을 높이고, 침입으로 인한 피해를 최소화하는 것을 목표로 합니다.

b. 과제 목표

본 연구의 목표는 최신 딥러닝 알고리즘을 사용한 물체 인식 기술로 높은 정확도로 침입자를 식별하는 것입니다. 또한, 사용자에게 실시간으로 경고를 보내 주택의 보안을 강화하며, 무인 경계 로봇이 장착된 무기를 통해 침입자를 제압하는 시스템을 구현하는 것입니다.

2. 현실적 제약 사항 및 대책

a. 모델 경량화 문제

모델 경량화로 인해 인식 정확도가 떨어질 수 있습니다. 경량화된 모델을 사용하여도 높은 정확도를 유지할 수 있도록 최적화 기법과 데이터 증강 방법을 사용하여 문제를 해결하고자 합니다.

b. 책임 소재 문제

무기를 장착한 무인 로봇이 오작동할 경우 발생할 수 있는 책임 소재 문제를 해결하기 위해, 법적 기준과 규정을 준수하며, 사용자의 승인 없이 발사되지 않도록 다중 안전 장치를 설치할 계획입니다. 또한, 모든 작동 로그를 저장하여 필요시 검토할 수 있도록 시스템을 설계할 것입니다.

3. 시스템 구조

a. 머신러닝 모델 학습 구조

1) 데이터 수집 및 전처리

- Raw Data 수집:** 다양한 환경에서 촬영된 이미지 및 영상 데이터를 수집합니다.
- 데이터 전처리:** 수집된 데이터를 정제하여 노이즈 제거, 해상도 통일, 라벨링 등의 과정을 거칩니다.
- 데이터 증강:** 데이터의 다양성을 높이기 위해 회전, 반전, 밝기 조절 등의 증강 기법을 사용합니다.

2) 모델 학습

- 모델 설계:** Convolutional Neural Network (CNN), MobileNet, Tiny YOLO 등의 경량화된 알고리즘을 기반으로 물체 인식 모델을 설계합니다.
- 훈련 데이터셋으로 학습:** 전처리된 데이터셋의 일부를 활용하여 모델을 훈련시킵니다.
- 테스트 데이터셋으로 평가:** 훈련된 모델에 테스트 데이터셋을 적용하여 예측 오차를 분석하고 모델의 성능을 평가합니다.

3) 모델 고도화

- 피드백 루프:** 분석 결과를 바탕으로 데이터 전처리 및 모델 구조를 개선하여 성능을 높입니다.
 - 최적화:** 모델의 하이퍼파라미터 튜닝 및 추가적인 데이터 증강을 통해 최적화합니다.
 - 모델 경량화:** 경량화 기법 (예: 모델 프루닝, 양자화)을 사용하여 라즈베리 파이에 적합한 크기로 모델을 경량화합니다.
 - 모델 저장:** 최종 모델을 라즈베리 파이에 적합한 형식으로 저장합니다.
-

4) 라즈베리 파이에 모델 탑재

- 경량화된 모델을 라즈베리 파이에 탑재하여 실시간 영상 데이터를 처리하고 침입자를 식별합니다.

b. 서버 및 Application 구조

1) 서버 구조

- Spring Framework: Java 기반의 Spring Framework 를 사용하여 서버를 구축합니다.
- Spring Security: 인증 및 권한 관리를 통해 안전한 접근을 보장합니다.
- WebSocket: 실시간 통신을 통해 서버와 클라이언트 간의 빠른 데이터 전송을 지원합니다.
- MySQL 및 MongoDB: 관계형 데이터베이스와 NoSQL 데이터베이스를 사용하여 데이터 관리 및 저장을 효율적으로 수행합니다.

2) Application 구조 : 경고 시스템

- 라즈베리 파이에서 영상 데이터를 실시간으로 처리하여 사람이 감지되면 서버로 경고 메시지를 전송합니다.
 - 서버에서 경고 메시지를 받아 사용자의 핸드폰 애플리케이션으로 전달합니다.
 - 사용자 핸드폰 애플리케이션(Flutter 로 제작)에서 경고 메시지를 받아 실시간 알림을 제공합니다.
-

4. 개발 환경 및 사용 기술

a. 개발 환경

i. 개발 언어

- **Python**: 딥러닝 모델 및 서버 개발
- **Java**: 서버 개발 (Spring Framework)
- **C++**: 실시간 영상 처리 및 로봇 제어

ii. 개발 도구

- **TensorFlow, PyTorch**: 딥러닝 프레임워크
- **OpenCV**: 영상 처리 라이브러리
- **Flask**: Python 웹 서버 프레임워크
- **Spring Framework**: Java 웹 서버 프레임워크
- **WebSocket**: 실시간 통신
- **MySQL**: 관계형 데이터베이스 (RDBMS)
- **MongoDB**: NoSQL 데이터베이스
- **Spring Security**: 인증 및 권한 관리

iii. 실행 환경

- **Conda**: 패키지 관리 및 가상 환경 (Python)
- **AWS EC2**: 클라우드 서버 (딥러닝 모델 및 서버 배포)
- **Raspberry Pi**: 로봇 제어 및 통합 시스템 구현

b. 사용 기술

- i. **Convolutional Neural Network (CNN)**: 물체 인식 모델
 - ii. **Generative Adversarial Networks (GAN)**: 데이터 증강 및 모델 최적화
 - iii. **Few-Shot Learning**: 적은 양의 데이터로 모델 학습
 - iv. **Object Detection Algorithms**: YOLO, SSD 등
 - v. **IoT 통합**: Raspberry Pi 를 활용한 로봇 제어 및 센서 데이터 처리
-

5. 일정 및 역할 분담

a. 개발 일정

월	주요 일정
5 월	선행 연구 분석 및 착수 보고서 작성, 지도확인서 제출 (~5.31)
6 월	데이터 전처리 및 모델 개발, 로봇 제작 및 제어 시스템 설계
7 월	모델 보완 및 개선, 중간 보고서 작성, 중간평가표 제출 (~8.16)
8 월	데이터 분석 보충 및 기능 점검
9 월	최종 보고서 작성 및 발표 준비, 최종보고서 및 최종평가표 제출 (~10.18)
10 월	최종 발표 자료 준비 및 리허설
11 월	졸업과제 발표심사 (11.1 예정), 결과물 업로드 및 SW 등록 (~11 월 말)

b. 역할 분담

이름	역할
김대영	- 프로젝트 전체 관리 및 일정 조율 - 보고서 작성 - 사용자 인터페이스 설계 및 구현 - 데이터 수집 및 전처리로봇 하드웨어 설계 및 제작
박민재	- 데이터 수집 및 전처리 - 모델 선정 및 학습 - 모델 경량화 및 성능 개선 - 백엔드 로직 구현
조영진	- 서버 설정 및 관리 - 백엔드 로직 구현. - 데이터베이스 설계 및 관리 - 백엔드 시스템 감독
공통	- 개발 환경 및 도구 숙달

6. 참고 문헌

1. Gawon Bae (2023, 12), "South Korea's military has a new enemy: Population math", CNN, <https://edition.cnn.com/2023/12/30/asia/south-korea-birth-rate-military-strength-intl-hnk-ml/index.html>
 2. 임종빈 (2024, 01), "로봇이 실시간 감시...인공지능이 지키는 미래 철책", KBS, <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7865689>
 3. 김지원, 류재민 (2024, 02), "AI 가 작전 지휘, 드론이 공격...우크라전이 보여준 첨단 전쟁", 조선일보, https://www.chosun.com/international/international_general/2024/02/17/72FIOBMNGNFLBALDMYZFPEANQU/
 4. 이세환 (2024, 03), "우크라이나·러시아 전쟁 첨단 통신과 AI 가 보여준 미래전 모습", 산업통상자원부, <https://tongsangnews.kr/webzine/202403/2024031380059.html>
 5. 김윤호, 심재웅, 김광동, 박철현, 이문수 (2023, 08), "멧돼지·고라니에 작물 훼손 극심한데 정부는 '뒷짐'...지자체·농민만 '발동동'", 농민신문, <https://www.nongmin.com/article/20230823500573>
-