

# 실내 침입자 자율 추격 시스템 설계

최정우, 남승우, 박재원, 유경민, 백의준, 김명섭

고려대학교

{choigoya97, nam131119, 2018270614, ruals2710, pb1069, tmskim}@korea.ac.kr

## Indoor intruder Autonomous chasing system design

Jeong-Woo Choi, Seung-Woo Nam, Jae-Won Park, Gyeong-Min Yu, Ui-Jun Baek,

Myung-Sup Kim

Korea Univ.

### 요약

현대 사회에서 보안은 우리의 안전과 평화로운 생활을 위하여 핵심적인 요소로 자리 잡았다. 특히 실내 공간에서의 보안 문제는 점점 더 중요해지고 있으며, 실내 침입 사건의 증가로 인하여 이에 대한 대응 방안이 필요해졌다. 기존 보안 시스템은 제한된 범위 내에서만 유효하며, 실제로 침입자를 추격하거나 제압하는 능력은 오로지 인력으로 해결해야 한다. 하지만 최근 로봇 기술의 발전으로 인하여 로봇을 활용하여 실시간으로 침입자를 탐지하고 적극적으로 대응할 수 있는 실내 보안 시스템이 각광받고 있다. 따라서 본 논문에서는 실내 침입자 자율 추격 시스템을 제안하고자 한다. 제안하는 실내 침입자 자율 추격 시스템은 추격 도중 발생하는 상황들에 능동적으로 대응할 수 있다.

### I. 서론

현대 사회에서 보안은 우리의 안전과 평화로운 생활을 위하여 핵심적인 요소로 자리 잡았다. 특히 실내 공간에서의 보안 문제는 점점 더 중요해지고 있으며, 실내 침입 사건의 증가로 인하여 이에 대한 대응 방안이 필요해졌다. 전통적인 보안 시스템은 주로 CCTV나 열상 장비 등을 이용하여 소수의 근무자가 침입자를 탐색하고 탐지 시 근무자를 통해 대응하는 방식으로 진행되었다[1]. 그러나 이러한 시스템은 제한된 범위 내에서만 유효하며, 실제로 침입자를 추격하거나 제압하는 능력은 오로지 인력으로 해결해야 한다. 대표적으로 2019년 동해안 목선 탈북 사건, 2020년 태안 밀입국 사건 등의 사례가 있다[2].

이에 반해, 최근의 로봇 기술의 발전은 실내 보안 분야에서 혁신적인 해결책으로 부상하고 있다. 로봇은 인간이 도달하기 어려운 영역에 쉽게 접근할 수 있으며, 고급 센서와 자율 주행 기술을 통해 침입자를 추격하고 상황을 실시간으로 모니터링할 수 있다. 이러한 로봇을 활용한 실내 보안 시스템은 실시간으로 침입자를 탐지하고 적극적으로 대응할 수 있는 혁신적인 접근 방식으로 각광받고 있다.

본 논문에서는 기존의 보안 시스템의 한계점을 극복하기 위하여 실내 침입자 자율 추격 시스템을 제안하고자 한다. 제안하는 실내 침입자 자율 추격 시스템은 기본적으로 자율 주행이 가능한 로봇을 활용하여 동작하며, 로봇을 통해 발생하는 여러 가지 상황에 대하여 능동적으로 대응할 수 있다. 또한, 근무자의 업무를 로봇으로 수행하여 인력의 안전과 업무의 효율성을 증대할 수 있다.

본 논문은 1장 서론에 이어 2장에서는 관련 연구를 설명하고 3장에서는 실내 침입자 자율 시스템에 대한 전반적인 구조에 대하여 설명한다. 마지막 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 설명하고 마친다.

### II. 관련 연구

본 연구의 선행 연구인 논문 [3]에서 자율 주행이 가능한 자율 방법 로봇을 활용하여 딥러닝 기법을 적용한 실내 침입자 탐지 시스템을 제안하였다. 하지만 논문에서는 침입자가 도주하는 경우를 고려하여 실내 침입자 탐지 후 도주하는 침입자를 추격하는 것을 고려하지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 선행 연구인 [3]의 실내 침입자 탐지 시스템과 연결하여 실내 침입자 탐지 후 도주하는 침입자를 추격하는 연구를 수행한다.

### III. 본론

본 논문에서는 기존의 보안 시스템의 한계점을 극복하기 위하여 실내 침입자 자율 추격 시스템 설계를 제안한다. 전체 시스템은 로봇, Control Center, 관리자로 구성되어 있으며, 구조는 아래 그림 1에 나타나있다.

실내 침입자 자율 추격은 야간과 같은 실내 출입이 허가되지 않은 시간에 로봇을 활용하여 실내 침입자 탐지 후 도주하는 침입자를 추격하는 것을 의미한다. 여기서 침입자는 출입이 허가되지 않은 시간대에 건물에 무단으로 침입한 사람을 의미하고, 추격은 로봇이 관리자에게 침입자의 위치 정보를 전달하기 위하여 침입자를 쫓아가는 행위를 의미한다. 또한, 순찰을 진행하는 건물을 순찰 구역으로 정의한다.

첫 번째로 로봇은 야간과 같은 실내 출입이 허가되지 않은 시간에 순찰 구역 내 순찰을 진행한다. 순찰을 진행하는 동안 딥러닝 기반 실내 침입자 탐지와 추격을 진행한다. 로봇은 지속적으로 주변 환경에 대하여 모니터링을 수행하며 로봇 내 센서, 카메라 등을 통해 측정된 데이터를 입력으로 받는다. 입력으로 들어온 여러 데이터를 딥러닝 모델을 기반으로 분석하

1) 본 논문은 2020년도 산업통상자원부 및 한국산업기술 평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구 (No. 20008902, IT비용 최소화를 위한 5세대 탐지기술 기반 SaaS SW Management Platform(SMP) 개발) 이고, 2021년도 교육부의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과 (2021IRIS-004)임

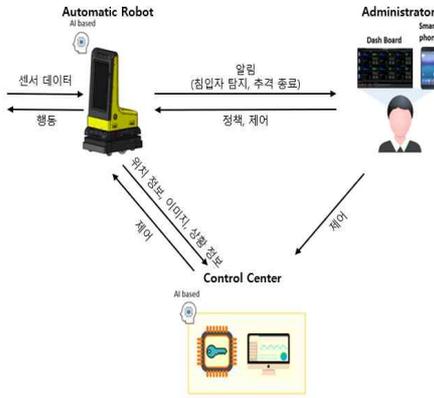


그림 1. 실내 침입자 자율 추격 시스템 구성도

여 침입자가 탐지된 경우와 침입자를 추격하는 상황에 맞는 행동을 수행한다. 아래의 그림 2는 로봇이 특정 상황에 대하여 행동을 수행하는 과정을 나타낸다. 또한, 침입자 탐지, 추격 종료 등의 보고가 필요한 상황이 발생하면 관리자에게 알림을 전송하여 관리자가 발생한 상황을 인지할 수 있도록 한다.

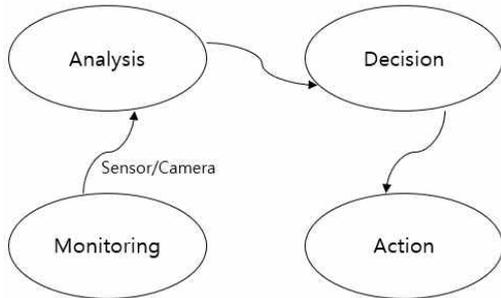


그림 2. 로봇 행동 시퀀스

두 번째로 Control Center는 로봇에서 감당하기 어려운 복잡한 연산, 딥러닝 기반 모델 적용 등과 같은 작업을 담당한다. 또한, 해당 연산과 적용한 딥러닝 기반 모델의 결과를 바탕으로 로봇을 제어한다.

마지막으로 관리자는 웹 혹은 앱을 통하여 현재 상황을 확인하고 시스템이 원활하게 동작하도록 로봇과 Control Center를 제어한다.

실내 침입자 자율 추격 시스템의 순서도는 아래 그림 3에 나타나 있다. 로봇은 실내 출입이 허가되지 않은 시간에 주기적으로 순찰 구역을 순찰한다. 순찰 도중 침입자를 탐지하게 되면 관리자에게 해당 상황에 대하여 보고하기 위하여 알림을 전송한다. 해당 알림은 탐지 당시 로봇의 위치 정보, 현장 사진 그리고 탐지 시간 등이 포함된다. 알림을 전송함과 동시에 로봇은 탐지된 침입자를 향하여 이동한다. 이는 수식 기반의 방법론, 딥러닝 기반의 방법론 등 다양한 연구가 진행되고 있다. 만약 추격 도중 로봇이 따라갈 수 없는 속도로 도주하거나 급작스러운 방향 전환 등으로 인하여 로봇의 시야에서 침입자가 이탈하는 상황이 발생하게 되면 마지막으로 탐지된 침입자의 위치를 추정한다. 만약 추정된 위치가 순찰 구역 내에 위치한다면 추정된 위치로 이동하여 재차 추적을 진행한다. 이때, 추정된 위치에서도 침입자를 탐지할 수 없다면 해당 상황에 대하여 관리자에게 보고하고 순찰 시작 위치로 이동하여 다시 순찰을 진행하며 침입자를 탐색한다. 추정된 위치가 순찰 구역 내에 위치하지 않는다면 침입자가 건물 밖으로 도주했다고 판단, 추적을 종료하고 관리자에게 해당 상황에 대하여 보고하기 위하여 알림을 전송하고 순찰 시작 위치로 이동하여 다시 순찰을 진행하며 침입자를 탐색한다. 이때, 전송되는 알림에는 현재 로봇의 위치 정보, 추정된 위치, 추정 당시 시간 등의 정보가 포함된다.

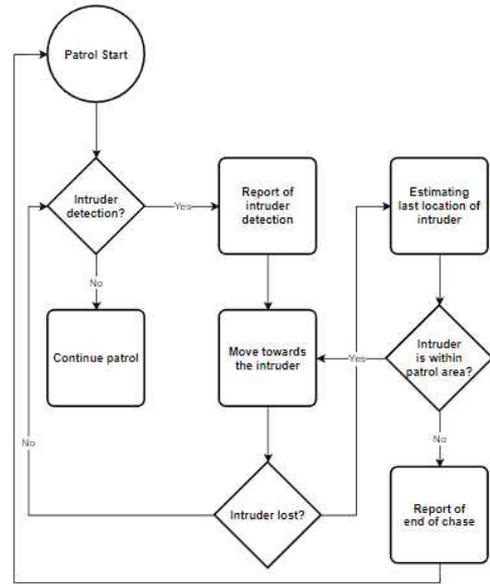


그림 3. 자율 추격 시스템 순서도

#### IV. 결론

본 논문에서는 제한된 범위 내에서만 유효하며, 실제로 침입자를 추격하거나 제압하는 능력은 오로지 인력으로 해결해야 하는 기존 보안 시스템의 문제점을 파악하고, 실내 침입자 추격 상황에서 능동적으로 대응하고 인력의 안전과 업무의 효율성을 증대할 수 있는 실내 침입자 자율 추격 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 로봇, Control Center, 관리자로 구성되어 있다. 또한, 본 논문에서는 침입자를 추격하는 과정에서 발생할 수 있는 상황에 능동적으로 대응할 수 있는 방안을 제안한다.

향후 연구로는 설계한 시스템의 기능을 구현할 예정이다. 또한, 실제 실험 환경을 구축하고 다양한 상황을 가정하여 구현한 기능들을 테스트할 예정이다. 또한, 테스트의 결과를 바탕으로 구현한 기능의 한계점을 파악하고 보완하여 더욱 완성도 있는 시스템을 구축할 예정이다.

#### 참고 문헌

- [1] 최정우, 박지태, 김명섭 “실내 방범 로봇에서 YOLO와 VMD를 활용한 실내 침입자 탐지”, 대한설비관리학회, Vol.27 No.4, pp.13-19, Dec. 2022.
- [2] 박종현, 안성은, 조우현, “ROS 기반 군집로봇의 지능형 추적알고리즘 설계”, 2020 한국정보처리학회 추계학술발표대회, Vol.27, no 2, pp.545-547, December 16. 2020
- [3] 최정우, 남승우, 박재원, 유경민, 백의준, 김명섭 “자율 방범 로봇 기반 실내 침입자 탐지 시스템”, KNOM Conference 2023, Jeju, Korea, May 18-20, 2023, pp.102-105