

2025년 추계학술발표대회 : 일반부문

공동주택 커뮤니티시설 재실자 검출을 위한 비학습 기반 영상처리 기법의 파라미터 최적화

Optimization of Parameters in Non-Learning-Based Image Processing for Occupant Detection in Apartment Community Facilities

○오 경 철* 김 창 민**
Oh, Kyoungcheol Kim, Changmin

Abstract

This study aims to address the problem of energy waste in apartment community facilities, where lights and electronic devices often remain on in unoccupied spaces. Using existing CCTV footage, this research automatically detects occupancy and optimizes key detection parameters(threshold and idle time) based on the behavioral characteristics of occupants in each space. The findings show that static areas, such as libraries, require longer idle times for accurate detection, whereas dynamic regions, like the gym, achieve high accuracy even with shorter idle times. These results demonstrate the potential for significant energy savings and improved management efficiency. Future research will focus on the real-world implementation of the control system to quantify its energy savings.

키워드 : CCTV 영상 분석, 배경 차분 알고리즘, 재실자 검출, 파라미터 최적화

Keywords : CCTV footage analysis, Background subtraction algorithm, Occupant detection, Parameter optimization

1. 배경 및 목적

공동주택 커뮤니티시설에서 발생하는 대표적인 에너지 낭비 요인 중 하나는 재실자가 없음에도 불구하고 조명이나 전자기기가 지속적으로 구동되는 상황이다. 이를 해결하기 위한 방안으로, 기존에 설치된 CCTV 인프라를 활용하여 재실 여부를 자동 판별하고, 그 결과에 따라 전력 사용 기기를 제어하는 접근이 주목받고 있다(Oh, Hong, & Kim, 2025). 그러나 CCTV 영상을 이용한 학습 기반 기법은 개인정보 보호 문제로 인해 공동주택 환경에 적용하기 어렵다는 한계가 있다. 이에 따라, 개인정보 침해 우려가 상대적으로 낮은 비학습 기반 영상처리 기법의 적용이 필요하다.

비학습 기반 영상처리 기법을 적용하여 재실자를 검출하고 이를 활용해 전력을 제어하기 위해서는 두 가지 주요 파라미터 설정이 요구된다. 첫째는 영상 내 움직이는 물체의 비율(Threshold)이다. 이 비율이 높을 경우 큰 움직임은 안정적으로 검출되지만 작은 움직임을 놓칠 수 있으

며, 반대로 낮게 설정하면 작은 움직임도 검출할 수 있으나 노이즈에 민감하게 반응하여 재실자가 없을 때도 존재하는 것으로 잘못 판단할 가능성이 있다. 둘째는 유지시간(Idle time)이다. 커뮤니티시설에서는 움직임 발생 후 다음 움직임까지 일정 시간이 소요되며, 움직임이 있을 때만 전력을 공급할 경우 재실자가 있음에도 전력이 차단되는 문제가 발생할 수 있다. 특히 공동주택 커뮤니티시설은 공간별 용도와 활동 특성에 따라 재실자의 행동 패턴이 다르다. 예를 들어, 도서관은 정적인 활동이 중심이므로 움직임 비율은 낮고 유지시간은 길게 설정하는 것이 바람직하다. 반면 헬스장은 동적인 활동이 많아 움직임 비율은 높게, 유지시간은 짧게 설정하는 것이 적합하다. 이처럼 시설별로 상이한 재실자 행동 특성을 고려해야 신뢰성 있는 제어가 가능하다. 이에 본 연구에서는 커뮤니티시설 유형별 객체 검출 알고리즘 파라미터 최적화를 수행한다.

2. 절차 및 방법

본 연구에서는 공동주택 커뮤니티시설의 대표적 공간인 도서관, 골프연습장, 헬스장을 대상으로 선정하였다. 각 공간의 주요 행동 및 상황을 반영한 시나리오에 따라 영상을 수집하였으며, 수집된 영상에 두 가지 파라미터를 적용하여 성능을 평가함으로써 최적화를 수행하였다.

객체 검출 알고리즘의 파라미터 최적화 절차는 그림 1과 같다. 먼저 입력 영상에 배경 차분 알고리즘을 적용하여 전경 영역, 즉 움직임이 감지된 영역의 비율을 산출한다. 전경 영역 비율이 사전 정의된 임계값(Threshold)을 초

* (주)이지솔루션즈 건축지능화기술연구소 주임연구원

** (주)이지솔루션즈 건축지능화기술연구소 연구소장, 공학박사

(Corresponding author : Intelligence research institute, EG Solutions, cmkim@egsol.co.kr)

이 연구는 2024년도 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행된 연구임. 과제번호: RS-2024-00398693

과하면, 재실자가 존재하는 것으로 판단하고, 미만일 경우 일정 시간(Idle time) 경과 후 재실자가 부재하는 것으로 판별한다.

이후 공간별로 재실자 행동 특성에 따른 Threshold 값 변화를 분석하고, Idle time 조건을 적용하여 재실자 검출 누락 비율(Miss rate)을 측정한다. Miss rate는 알고리즘이 검출하지 못한 객체 수를 실제로 존재하는 객체 수로 나눈 값으로, 재실자 검출 성능을 평가하는 지표이다.

마지막으로, Grid Search 기법을 활용하여 Miss rate를 최소화할 수 있는 공간별 최적 파라미터 조합을 도출하였다.

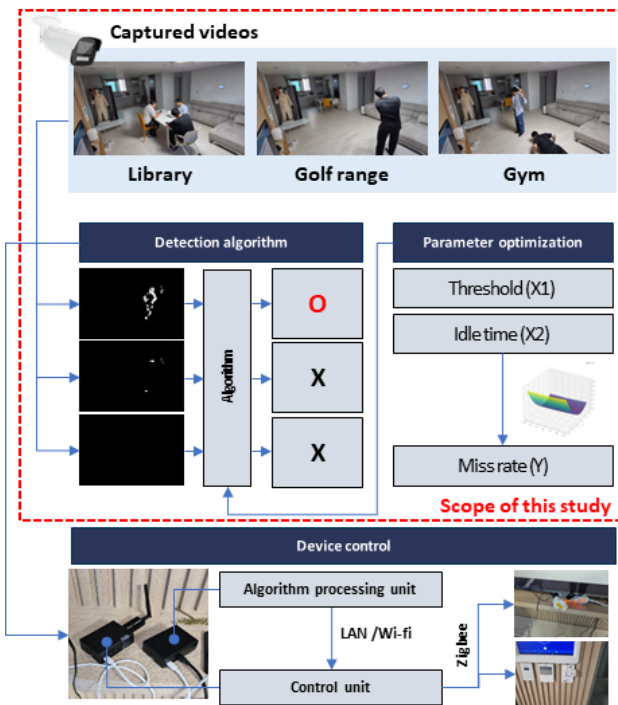


그림1. Research process

3. 결과 및 향후 연구 계획

각 공간별 전경 영역 비율 검출 결과는 그림2와 같으며, 해당 결과를 바탕으로 재실자를 여부를 검출하기 위한 최적 Threshold와 Idle time 값을 도출한 결과는 표1과 같다. 도서관은 정적인 행동이 주로 나타나 상대적으로 긴 Idle time 값이 요구되었다. 반면, 체육관과 골프연습장처럼 동적인 활동이 많은 공간에서는 Idle time을 4초 미만으로 설정해도 조명 제어에서 재실자를 놓치는 사례가 발생하지 않았다. 연구에서 제시한 각 공간별 최적 파라미터 설정 결과는 연구에서 제시한 각 공간별 최적 파라미터 설정 결과는 커뮤니티시설 내 다양한 재실자 행동 특성을 효과적으로 반영하여 조명 및 기기 제어의 효율성을 극대화할 수 있음을 보여준다. 이러한 공간 별 맞춤형 파라미터 적용은 전력 낭비를 최소화하는 동시에 사용자 편의성과 관리 효율성을 동시에 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다. 추후 연구에서는 본 연구에서 도출한 최적 파라미터

를 실제 제어 상황에 적용하여 알고리즘의 실시간 성능 및 안정성을 검증할 예정이다. 또한, 이를 바탕으로 에너지 절감량을 평가할 예정이다.

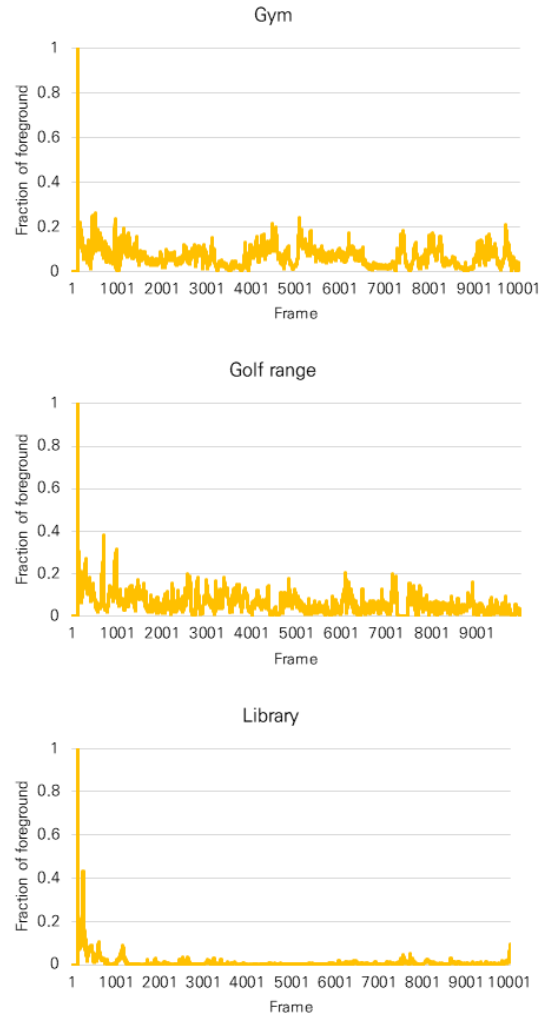


그림2. Foreground fraction results for each room

표1. Effect of parameter settings

Place	Scenario	Set value		Result (Miss rate)
		Threshold	Idle time	
Library	1	0.001	6.44	0.000
	2	0.005	22.78	0.000
	3	0.01	50.00	0.000
	4	0.015	111.89	0.000
	5	0.02	111.89	0.000
Gym	1	0.001	4.00	0.000
	2	0.01	4.00	0.000
Golf	1	0.001	1.00	0.0001
	2	0.01	1.00	0.0001

Reference

- 오정철, 홍예진, & 김창민. (2025). CCTV 영상 기반 공동 주택 옥외 공간의 야간 조명 제어를 위한 동적 객체 검출 알고리즘 비교. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 45(1), 677-678.