



## 01 연구 배경 및 목적

### 문제 정의

기존 SCAN(단순 왕복) 알고리즘은 출근·점심 등 특정 층 집중 패턴에 유연하게 대응하지 못해 불필요한 대기 시간을 발생시킨다.

다중 엘리베이터 환경에서는 호기 간 협조적 배차와 실시간 교통 패턴 적용이 핵심이다.

### 연구 목적

- Gymnasium 기반 시뮬레이션 환경 구축으로 다양한 교통 패턴 재현
- PPO 강화학습을 통한 교통 패턴 학습 및 최적 배차 정책 구현
- SCAN · Nearest-Car 알고리즘과 정량 비교를 통한 효과 검증

### 기존 알고리즘의 한계

SCAN	NEAREST-CAR
단순 왕복 방식 맨 위 아래층을 순차 왕복하며 호출을 처리 × 특정 층(1F) 정체 심화	최근접 우선 배차 호출과 가장 가까운 호기에 즉시 배차 × 호기 클러스터링 발생

### KEYWORDS

Reinforcement Learning PPO Multi-Elevator Dispatching Gymnasium SB3

### 본 연구의 접근법



### EXPECTED OUTCOME

본 연구가 입증하고자 하는 핵심 지표

<b>-18%</b> 평균 대기 시간 (Morning 패턴)	<b>4종</b> 교통 패턴별 일관된 성능 유지	<b>3대</b> 호기 간 협조 배차 정책 학습
---	----------------------------------	----------------------------------

## 03 시스템 구성

### 환경 구성

건물 구조 8개 층	엘리베이터 3대
교통 패턴 4종	프레임워크 Gymnasium

### 학습 루프

- 승객 호출 발생 (Passenger Calls)
- 환경 상태(State) 생성 (승·방합-대기 인원 인코딩)
- PPO 에이전트 행동 결정 (Action = 호기 배차 선택)
- 엘리베이터 이동 및 배차 수행 (시뮬레이터에서 실행)
- 보상(Reward) 계산 → 정책 업데이트 (다음 에피소드에 반영)

STATE	환경 상태	ACTION	에이전트 행동
	각 호기의 승·방합, 적재율 과 증발 대기 인원 / 호출		새 호출 발생 시 3대 호기 중 1대 선택 - 호기별 배차 정책 동시 학습

보상 함수 (Reward)		
-	-	-
대기 인원 누적치	평균 이동 시간	에너지 소비
↓ 누적 보상 최대화		

## 05 주요 성과 및 기대효과

### 주요 성과

- ✓ 피크 교통 패턴에서 평균 대기 시간을 기존 SCAN 대비 **최대 18% 단축**
- ✓ 다양한 교통 패턴(Uniform/Morning/Lunch/Evening)에서 **안정적·일관된 성능 확보**
- ✓ 평균 대기 시간뿐 아니라 **Wait Stability 지표**에서도 우수

### 기대 효과

- ✓ 스마트 빌딩·오피스·아파트·병원 등 **다중 엘리베이터 시스템 최적화**
- ✓ 사용자 대기 시간 **감소** 및 편의성 향상
- ✓ **에너지 효율** 개선과 운영 비용 절감
- ✓ 스마트 시티 및 **AI 제어 분야**로 확장 가능

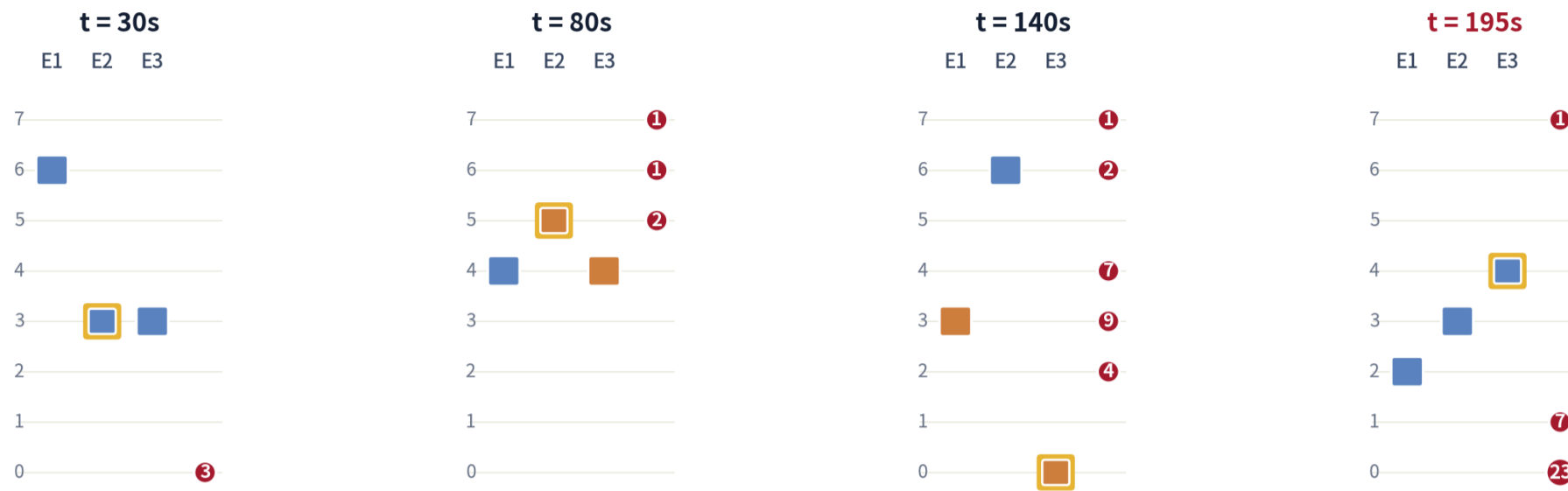
**-18%** Morning 패턴 평균 대기 시간  
SCAN 대비 단축률

## 02 시뮬레이션 환경 및 예시

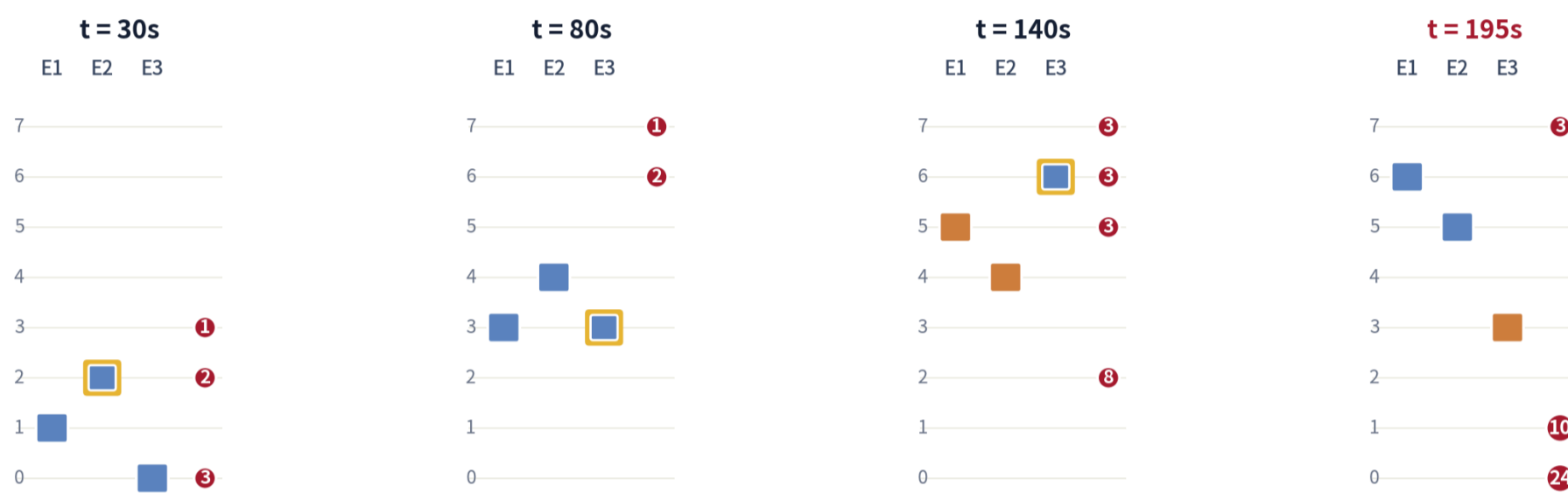
8개 층 (0-7) · 3대 엘리베이터 · 출근 러시 시나리오

■ 저부하(여유) ■ 고부하(혼잡) □ 도어 개방(승하차) ● 해당 층 대기 인원

### SCAN 알고리즘 (단순 왕복)



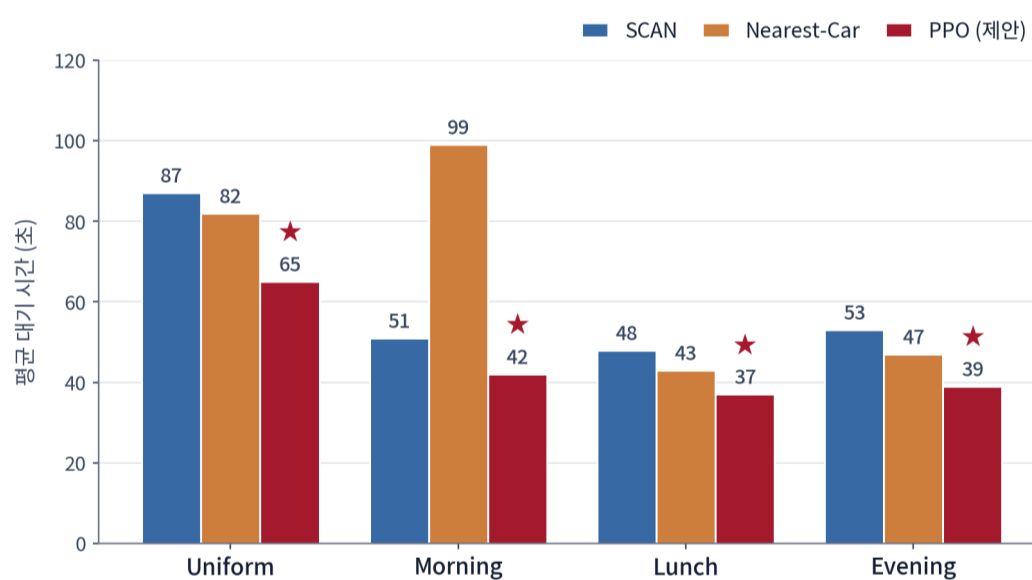
### Nearest-Car 알고리즘 (최근접 우선)



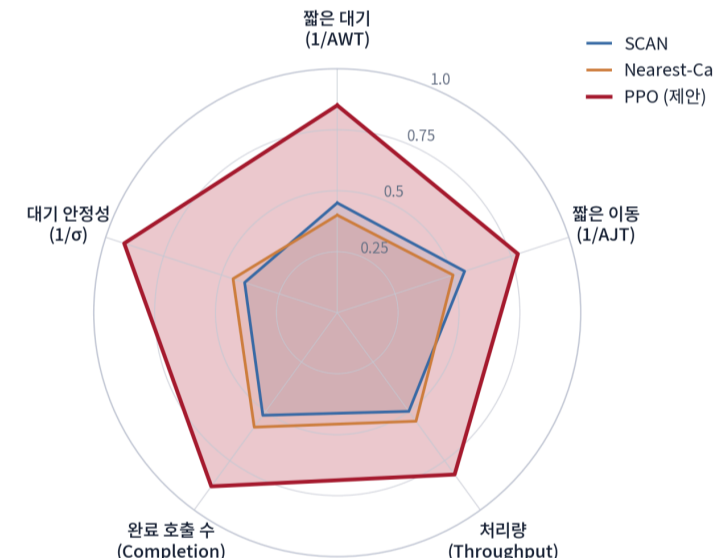
! SCAN은 특정 층(1F) 정체 심화, Nearest-Car는 호기 클러스터링 발생 - 두 알고리즘 모두 한계 존재. 실시간 교통 패턴에 적용하는 RL 기반 정책 도입이 필요.

## 04 성능 비교 및 분석

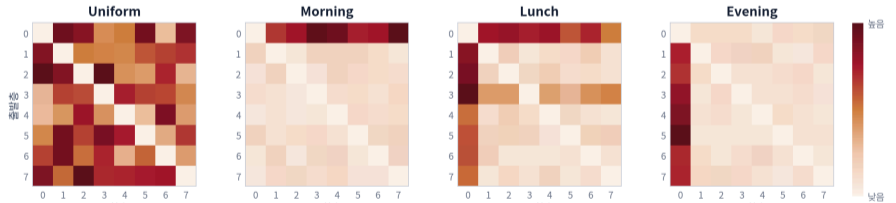
### 1 평균 대기 시간 (AWT) 비교 (단위: 초)



### 2 다각적 성능 지표 정규화 0-1, ↑ 우수



### 3 시간대별 교통 패턴 (OD 분포)



### 4 누적 보상 추이 (Morning · 10분 에피소드 평균)

