

THE HOTELIERS COMMERCIAL OPTIMISATION SUMMIT

Smart Profit in the Age of AI & Sustainability



SEOUL 26 June 2026

피지컬 AI의 호스피탈리티 산업 활용 방안

Leveraging Physical AI in the Hospitality Industry



THE HOTELIERS COMMERCIAL OPTIMISATION SUMMIT

고영대 **Young Dae Ko**

교수 Professor

세종대학교 Sejong University



학력

- 2004: KAIST 산업공학과 공학사
- 2011: KAIST 산업및시스템공학과 공학박사 (생산/물류/SCM)
학위논문: 대형항공사와 저가항공자회사의 운영전략에 관한 연구

경력

- 2011.03 ~ 2013.02: KAIST 산업경영연구소 연수연구원
- 2013.03 ~ 2016.02: Deloitte Consulting, Data Analytics Group, 부장
- 2016.03 ~ 현재. : 세종대학교 호텔관광경영학전공 교수
관광산업연구소 소장, 호텔관광외식 ADX ICC 센터장, 호텔관광외식AI경영트랙 주임교수

[인력양성]

(문체부)디지털테크 투어리즘을 선도할 석박사 전문인력 양성, '24 ~ '26, 27.5억원
(산자부)디지털융합형 무역전시 전문인력양성, '24 ~ '28, 50.0억원
(서울시) RISE 사업 - 산학협력생태계조성
가상융합대학원 사업, SW중심대학 사업 등

[기업체 프로젝트]

삼성SDI - 2차전지 생산 공정 최적화
현대모비스, 한국타이어 - 물류 네트워크 최적화
에어비앤비 - 데이터 기반 정책 제안
스테이네오, 켄싱턴호텔엔리조트 - AI 경영 효율화 솔루션

[연구 프로젝트]

(과기부) 산업특화형 「피지컬AI 선도모델 수립 및 PoC」 사업, '25.08 ~ '25.12, 219억원
(과기부) 협업지능 피지컬AI 기반 SW플랫폼 연구개발 생태계 조성, '25.08 ~ '29.12, XXXX억원

비즈니스 혁신 키워드의 변화

2000s ERP

기업의 회계, 인사, 생산, 재고, 구매, 영업 등 주요 업무 데이터를 하나의 시스템으로 통합하여 관리하는 방식

사례: Oracle OPERA Cloud PMS
예약, 객실, 정산, 프런트 업무 연동



2000s BPI / BPR

기존 업무 절차를 분석하고 개선하거나, 비효율적인 프로세스를 재설계하여 생산성과 효율성을 높이는 접근

사례: 셀프 체크인 키오스크
대기시간 감소, 직원들 복합 응대 집중



2010s 유비쿼터스 / IoT

사람, 사물, 공간이 네트워크로 연결되어 언제 어디서나 정보 수집과 서비스 제공이 가능한 환경

사례: Hilton Connected Room
앱으로 조명, 온도, TV, 커튼 제어



2010s 빅데이터

대량의 데이터를 수집, 저장, 분석하여 고객 행동, 시장 변화, 운영 패턴 등을 파악하고 의사결정에 활용하는 방식

사례: Duetto RMS
수요 기반 객실 가격 및 RevPAR 관리



2020s AI / 딥러닝

데이터를 기반으로 패턴을 학습하고 예측, 분류, 추천, 인식 등의 업무를 자동화하거나 고도화하는 기술

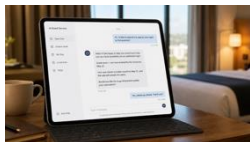
사례: Hilton Connie
Watson 기반 로봇 컨시어지와 관광 안내



2023~ 생성형 AI

텍스트, 이미지, 음성, 코드 등 새로운 콘텐츠를 생성하고, 인간의 지식 업무를 보조하는 AI 기술

사례: Expedia in ChatGPT
대화형 호텔 검색과 여행 추천



2025~ Agentic AI

사용자의 목표를 이해하고, 필요한 작업을 계획하며, 여러 도구와 시스템을 활용해 스스로 업무를 수행하는 AI

사례: HotelPlanner AI Agents
가격 확인, 예약 상담, 결제 흐름 지원



2025~ 피지컬 AI

디지털 공간을 넘어 로봇, 센서, 장비와 결합하여 실제 물리적 환경을 인식하고 판단하며 행동하는 AI

사례: Aloft Botlr, Henn na Hotel
배송/안내 로봇이 반복 업무 보조



Agentic AI, 피지컬 AI

Agentic AI

디지털 업무를 계획하고 실행

사용자의 목표를 이해하고, 필요한 작업을 스스로 계획한 뒤 여러 시스템과 도구를 활용해 업무를 수행하는 AI

주요 특징

- 목표 기반으로 업무 단계를 설계
- API, 앱, 데이터베이스 등 디지털 도구 호출
- 결과를 확인하고 다음 행동을 조정

예시:

자동 보고서 작성, 일정 조율, 데이터 분석 워크플로우, 고객 문의 처리



피지컬 AI

현실 공간에서 인식하고 행동

AI가 센서, 로봇, 장비와 결합하여 실제 물리 환경을 인식하고 판단하며 행동하는 자율 시스템

주요 특징

- 카메라, 센서 등으로 현실 환경 인식
- 공간, 사람, 물체의 상태를 판단
- 이동, 조작, 제어 등 물리적 행동을 자율적으로 수행

예시:

자율주행차, 물류 로봇, 제조 로봇, 스마트 팩토리 장비 제어



공통점: 목표 이해 → 판단 → 실행

광의(廣義)의 로봇



자율주행 자동차



드론



개인형 이동수단



AI 스피커

협의(狹義)의 로봇

제조 로봇



공장자동화
로봇



협동
로봇

서비스 로봇



의료 로봇



물류 로봇



소셜 로봇



안내 로봇



청소 로봇



군사 로봇



자율주행 로봇

출처: IITP

피지컬 AI의 적용

피지컬 AI 비적용 로봇



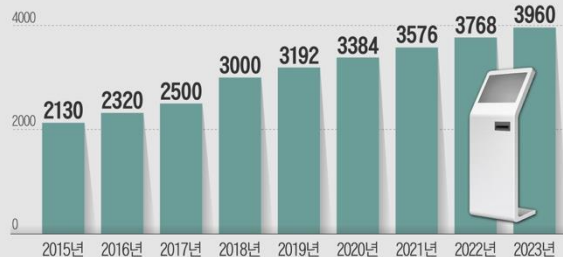
피지컬 AI 적용 로봇



환경 인식	센서 범위가 제한적이고, 미리 설정된 조건에서만 동작	주변 객체·사람·공간을 인식하고 상황 변화를 실시간 반영
의사결정	정해진 규칙과 프로그램 순서대로 실행	목표에 따라 판단하고, 최적 경로·행동을 스스로 선택
작업 방식	반복적이고 고정된 작업에 강함	비정형 작업, 예외 상황, 복합 작업까지 대응 가능
유연성	레이아웃이 바뀌면 재설정·재프로그래밍 필요	환경 변화에 적응하며 학습·보정 가능
Sim-to-Real	실제 환경 중심의 반복 테스트에 의존	시뮬레이션 학습 결과를 실제 환경에 이전하여 적용
대표 예시	고정형 조립 로봇, 단순 AGV, 반복 포장 로봇	AMR, 자율주행차, 협동로봇, 물류·서비스 로봇

서비스 로봇의 확대 산업활용 - 기대 vs. 현실

키오스크 시장 규모 단위: 억원



서빙로봇 시장 규모

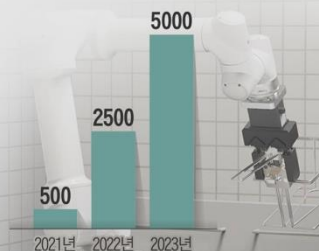
단위: 억원



조리로봇 시장 규모

단위: 억원

※조리로봇의 경우 보급률 기준 1%,5%,10%



자료=한국농촌경제연구원·유진투자증권

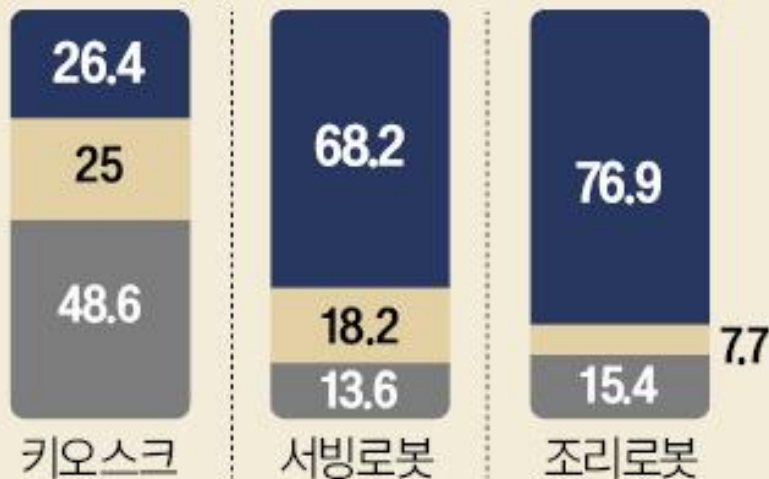
조리 로봇 도입 전후 경제성 지표

분석 항목	도입 전 (인적 중심)	도입 후 (로봇+RaaS)	비고
인건비 비중	매출액 대비 25~30%	매출액 대비 15~18%	10%p 이상 절감 가능
조리 표준화	조리사 컨디션에 의존	99.9% 레시피 일치	브랜드 신뢰도 상승
구인/교육 비용	수시 발생 (이직률 높음)	거의 없음 (시스템 유지보수)	채용 사이트 광고비 절감
감가상각/렌탈	해당 없음	월 고정 비용 발생	세무상 비용 처리 유리

서비스 로봇의 확대 산업활용 - 기대 vs. 현실

무인기기 도입 후 운영비 부담

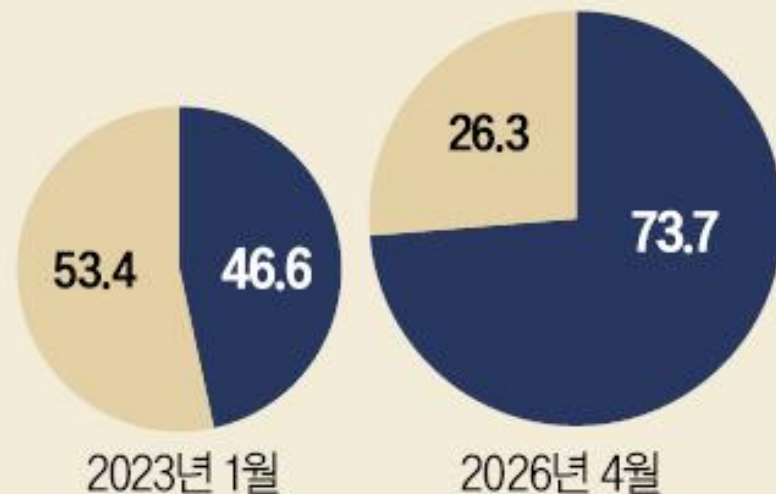
(단위: %) ■ 감소 ■ 변화없다 ■ 증가



※4월 7~12일, 114명 대상

최근 1년간 무인기기 운용 여부

(단위: %) ■ 운용 안함 ■ 운용 중



자료: 알바천국

제조업에서의 로봇 활용



Phase 01: Pre-Automation

인간의 숙련도에 의존하는 생산

- 모든 공정이 사람의 근력과 감각에 의해 수행됨
- 생산 속도와 품질이 작업자의 숙련도에 전적으로 의존
- 대량 생산의 한계와 높은 피로도, 안전 사고 위험 상존
- 산업 혁명 이전 및 초기 공장 시스템의 표준 모델



Phase 02: Fixed Automation

컨베이어 벨트와 컨베이어 시스템

- 포드(Ford) 시스템으로 대표되는 이동식 조립 라인
- 로봇은 없지만 기계적 장치로 반복 작업을 자동화
- 동일 제품을 대량으로 생산하는 효율성 극대화
- 단일 목적 기계(Single-purpose machines)의 시대



Phase 03: Industrial Dawn

유니메이트(Unimate)의 등장 (1961)

- 조지 데볼과 엔겔버거가 개발한 세계 최초의 로봇
- GM 공장에 설치되어 다이캐스팅 부품 핸들링 수행
- 자기 드럼(Magnetic Drum) 기반의 고정 시퀀스 제어
- 위험하고 반복적인 업무로부터 인간을 해방시킨 시점

제조업에서의 로봇 활용



Phase 04: Precision & Feedback

PLC와 센서 통합 자동화

- 마이크로프로세서 발전으로 복잡한 경로 제어 가능
- 전기식 서보 모터 도입으로 정밀도와 속도 대폭 향상
- 비전 센서, 토크 센서 등으로 외부 환경 인식 시작
- 자동차 용접, 도장 등 고난도 공정의 완전 자동화



Phase 05: Collaboration

인간과 로봇의 안전한 공존

- 펜스(Fence) 없이 작업자와 같은 공간에서 근무
- 충돌 감지 및 저출력 설계로 안전성 확보
- 직관적인 교시(Teaching) 방식으로 프로그래밍 용이
- 다품종 소량 생산(HMLV) 체제에 최적화된 유연성



Phase 06: Autonomous AI

피지컬 AI와 자율 이동 로봇(AMR)

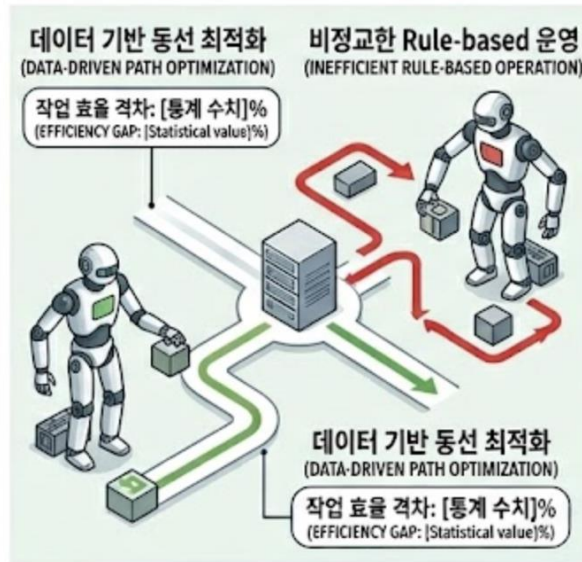
- 고정된 경로가 아닌 실시간 지도 생성을 통한 자율 주행
- 강화학습을 통해 스스로 비정형 작업을 학습하고 최적화
- 클라우드 로봇틱스로 데이터 기반의 집단 지성 발휘
- 공장 전체가 거대한 하나의 로봇처럼 작동하는 스마트 팩토리

로봇 활용 원칙 : 생산성 극대화

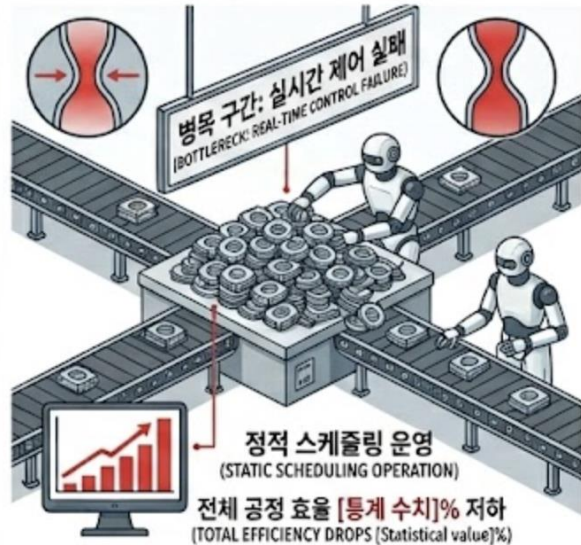
가동 중단 (DOWNTIME) 예시



동선 낭비 (WASTED CYCLE) 예시



병목 현상 (BOTTLENECK) 예시



로봇 활용 원칙 : 생산성 극대화 - 강화학습(AI)의 활용

LEVEL 01

1. 정적 환경 (Static)



주요 알고리즘

- Rule-based Logic (규칙 기반 제어)
- PTP (Point-to-Point) Trajectory Planning
- Fixed Inverse Kinematics (정적 기하 모델)

장점: 극대화된 정밀도(반복성) 확보 및 CPU 가동 부담과 무지연성 제어 수립 가능

단점: 환경 오차 발생 시 대처 불가, 가공품 배치 및 규격 변경 시 수동 재조정 필수

LEVEL 02

2. 정적 환경 + 불확실성



주요 알고리즘

- Stochastic Optimization (확률적 최적화)
- Robust Control (외란 강건 제어 모델)
- Probabilistic Roadmap (PRM 경로 최적화)

장점: 부품 및 설치 정밀도 변동 오차(Tolerance) 극복, 조립 불량 축소 및 유연성 향상

단점: 수학적 제어 수식 모델링의 높은 복잡성, 예외 상황 제어 분기 및 처리의 한계 존재

LEVEL 03

Physical AI

3. 동적 환경 + 불확실성



주요 알고리즘

- 심층 강화학습 기반 제어 (DRL-based Control)
- Model Predictive Control (실시간 예측제어)
- Sensor-Fusion Dynamic Control (센서융합 다 이네믹스)

장점: 미지(Unknown)의 장애물 실시간 우회, 인간 작업자와 동일 공간 자율 안전협업 보장

단점: Edge-Computing 연산 소모 극대화, 정교한 시뮬레이션 환경 기반 학습비용 및 신뢰도 검증 부담

이론적 생산성/현실-이론 괴리 100/30
실제 생산성 70

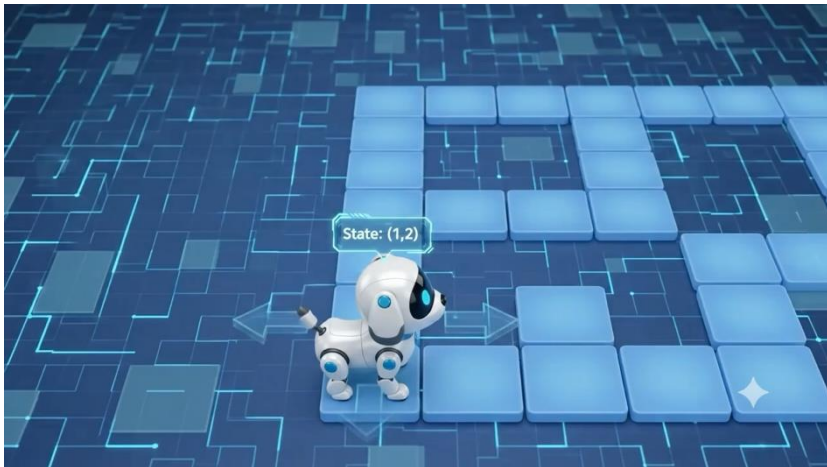
95/20
75

90/5
85

로봇 활용 원칙 : 생산성 극대화 – 강화학습(AI)의 활용

강화학습이란?

정답을 미리 주지 않고, 시행착오를 통해 누적 보상이 큰 행동 전략을 학습하는 AI 방법



로봇 활용에서의 특징점

- **정답 데이터 없이 학습:** 실제 성과를 보상으로 사용
- **환경 변화 적응:** 혼잡, 장애물, 수요 변화 반영
- **장기 성과 최적화:** 누적 성과와 안정성을 함께 고려
- **시뮬레이션 반복 학습:** 현장 적용 전 안전하게 검증

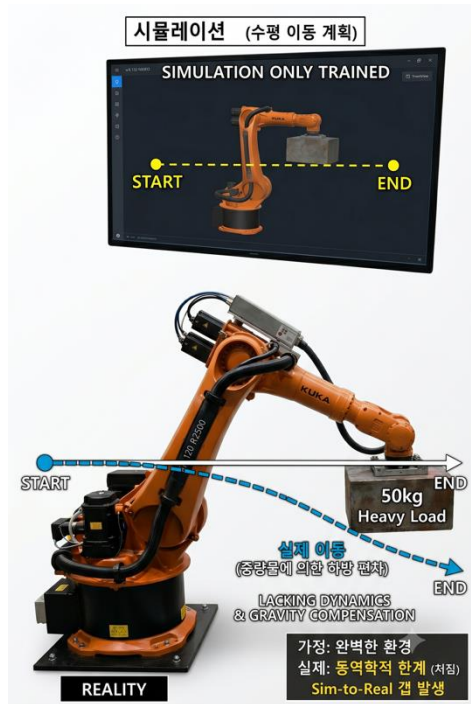
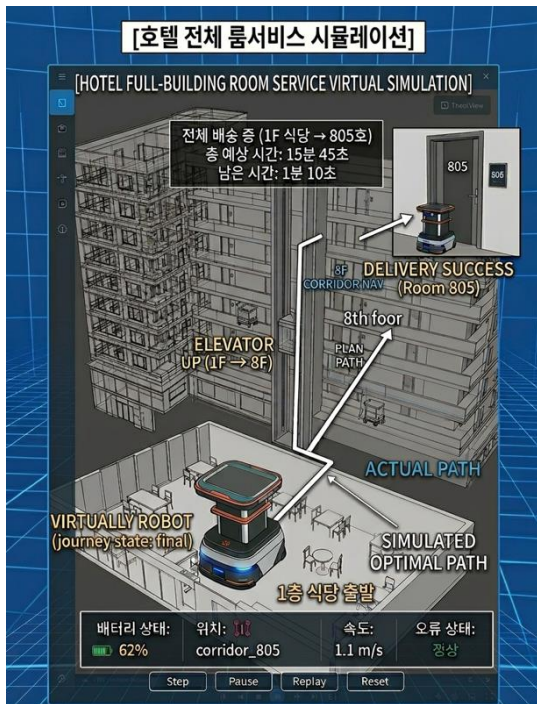
환대산업 적용 예: 대기시간, 서비스 성공률, 안전성을 보상으로 반영하여 로봇 이동과 업무 배정을 지속 개선

로봇 활용 원칙 : 생산성 극대화 - 강화학습(AI)의 활용

디지털트윈

Sim-to-Real

실환경 적용



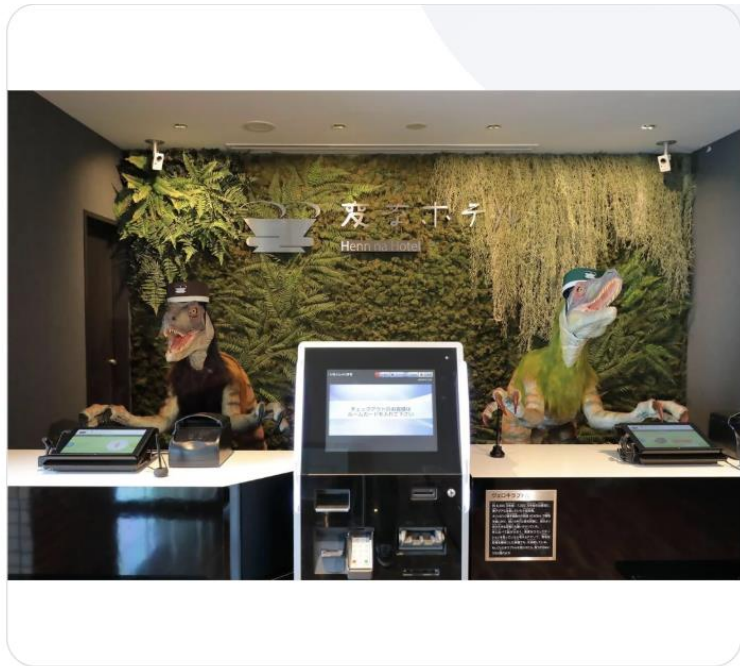
환대산업에서의 로봇 활용 - 서비스 실패의 교훈

기술이 서비스 본질을 압도할 때

일본의 **헨나 호텔(Henn na Hotel)**은 공룡 로봇 프런트 데스크로 큰 화제를 모았으나, 실제로는 로봇의 잦은 고장과 소음, 불충분한 고객 대응으로 인해 다시 '사람' 직원을 고용하게 되었습니다.

핵심 시사점:

- 기술적 재미(Fun)는 일시적이지만, 서비스 실패는 영구적입니다.
- 로봇 도입은 인간의 노동을 '보조'하거나 '보완'하는 방향이어야 합니다.
- 호스피탈리티의 본질은 여전히 인간적인 따스함과 환대에 있습니다.



환대산업 로봇 활용 방안 - 1. 정량적 ROI 평가와 TCO 분석

1차원적 인건비 치환 오류 방지 및 총소유비용(TCO) 검증

단순히 "로봇 1대가 직원 몇 명의 일을 대체하는가?"라는 관점은 장기적 재무 오차를 발생시킵니다. 전체 가치사슬 안에서 감가상각, 인프라 오버헤드를 아우르는 다차원 시뮬레이션이 선행되어야만 실제 수익성을 도출할 수 있습니다.

초기 인프라 비용

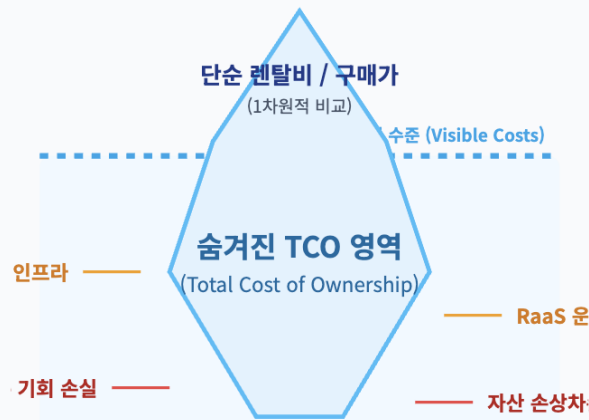
매장 내 무선 네트워크(AP) 음영지역 해소 솔루션, 자이로 센서 동선 평탄화 공사 및 중앙 관제 서버 연동 설계 비용.

운영 오버헤드

월간 RaaS(Robot as a Service) 계약 지출, 정기 펌웨어 튜닝 및 부품 마모 대응을 위한 예비 부품 유지관리 오버헤드.

재무적 리스크 비용

세무상 자산 손상 차손 처리 비용 및 시스템 다운타임(Downtime) 시 인력으로 긴급 전향하며 발생하는 기회 무형 손실 비용.



환대산업 로봇 활용 방안 - 2. 인간-로봇 협업 및 서비스 프로세스 혁신

분절적 직무 분할을 탈피한 종단간(End-to-End) 서비스 프로세스 혁신

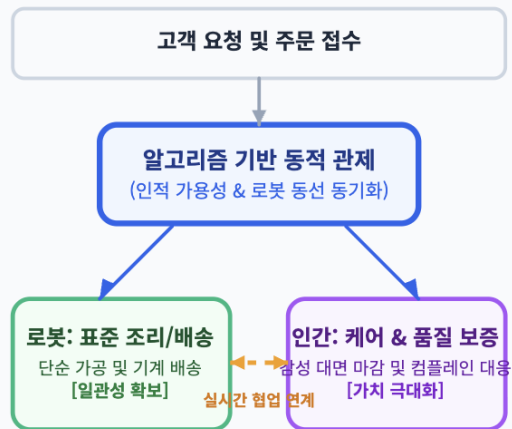
인간과 로봇이 서로 격리되어 제각기 일하는 정적 분할 방식은 현장 병목을 극대화합니다. 로봇이 가동되는 도중 직원이 동적으로 상호작용하고, 작업 인계가 연속적으로 발생하는 '일하는 방식의 근본적 혁신'이 필요합니다.

협업 지향적 비즈니스 프로세스 재설계

기술 도입에 맞추어 매장 동선과 서비스 순서를 재정의하고, 로봇 조리/이송 단계 사이에 인간이 실시간으로 개입·보완하는 협업 구조 설계.

실시간 동적 핸드오프(Handoff) 제어

직원의 현재 작업 상태와 로봇의 태스크 로드를 실시간 동기화하여, 단순 배치 작업이 아닌 실시간 동적 스케줄러를 기반으로 운영.



환대산업 로봇 활용 방안 - 3. 전문 인력 및 데이터 인프라

디지털 융합 인재 양성과 데이터 피드백 순환 구조를 통한 가동 효율 고속화

협업 체계를 안착시킨 후 다음 성장 국면을 창출하는 핵심 무기는 '디지털 역량을 갖춘 전담 인재'와 '클라우드 피드백 인프라'입니다. 가동 중에 흐르는 현장 정량 데이터를 버리지 않고 알고리즘 최적화로 환류하는 루프가 필요합니다.

디지털 융합형 스마트 호스피탈리티 인재 양성

로봇 하드웨어를 단순 가동시키는 수준을 극복하고, 현장의 실시간 관제 프로그램과 솔루션을 주도적으로 튜닝하고 문제 상황을 제어할 전문가 육성.

실시간 운영 데이터 피드백 루프(Closed-Loop) 구축

로봇 활동 과정에서 기록되는 공정 시간(Cycle Time), 동선 병목 데이터, 실제 고객 대기 지표를 정량적으로 계측 및 학습하여 주기적 개선에 환류.



환대산업 로봇 활용 방안 - 4. 피지컬 AI 기반 자율 최적화

정적 Rule-based 제어를 극복한 실시간 피지컬 AI 자율 최적화

스마트 호스피탈리티의 최종 진화는 동적 불확실성을 스스로 판단하고 우회하는 것입니다. 정해진 시나리오 규칙 제어는 돌발 상황에 무력합니다. 기계 스스로 실시간 환경을 인지하고 협업 능력을 발휘하는 피지컬 AI 시스템이 최종 효율을 창출합니다.

정적 스케줄링의 한계와 헨나 호텔의 무인화 실패 교훈

사전에 사슬처럼 묶인 정적 규칙 제어는 변동 수요 및 로봇 동선 겹침, 예기치 못한 공간 정체에 제대로 대응하지 못해 기술 만능주의 붕괴 초래.

피지컬 AI 기반 강화학습(RL) 우회 메커니즘 연계

로봇 스스로 실시간 상황을 정밀 관측하고 동선 병목을 자율적으로 회피·우회하며, 작업 스케줄을 현장 상황에 최적화하여 능동 배치.

피지컬 AI 동적 자율 우회 (RL)



피지컬 AI가 적용된 환대산업의 미래



1. 체크인

고객·수하물 인식
체크인과 짐 이동 연계

인식 + 운반



2. 로비 이동

안내 로봇이 동행
혼잡·장애물 회피

자율주행



3. 객실 입실

짐·물품을 객실까지 전달
객실 상태 확인

객실 진입



4. 투숙 중 서비스

어메니티·룸서비스
로봇이 직접 수행

서비스 실행



5. 안전·운영 관리

순찰 로봇이 이상 감지
현장 확인과 직원 알림

현장 대응



6. 체크아웃

퇴실 후 객실 점검
청소·정비 자동 연계

점검

THE HOTELIERS COMMERCIAL OPTIMISATION SUMMIT

Smart Profit in the Age of AI & Sustainability



SEOUL 26 June 2026