

기술

운반은 한 대를 빠르게 해서 빨라지지 않습니다

AMR과 설비를 군집으로 제어해야 하는 이유

공장에서 설비 한 대의 성능을 올리는 일은 대개 그 설비 안에서 끝납니다. 프레스를 빠르게 하면 프레스가 빨라집니다. 옆 설비에 물어볼 것이 없습니다. 운반은 그렇지 않습니다. AMR 한 대를 빠르게 해도 라인은 그만큼 빨라지지 않습니다.

방동걸 (주)웨이스 대표이사

2026년 9월 8일

공장에서 설비 한 대의 성능을 올리는 일은 대개 그 설비 안에서 끝납니다. 프레스를 빠르게 하면 프레스가 빨라집니다. 옆 설비에 물어볼 것이 없습니다. VEXPLOR로 AMR과 설비를 함께 제어하는 웨이스가 운반은 왜 다른지 적었습니다.

운반은 그렇지 않습니다. AMR 한 대를 빠르게 해도 라인은 그만큼 빨라지지 않습니다. 그 차가 지나갈 통로를 다른 차도 쓰고, 그 차가 도착할 자리를 다른 차가 이미 점유하고 있기 때문입니다. **한 대의 최적이 옆 대의 대기를 만듭니다.** 운반과 설비는 각자 잘 도는 것으로는 부족하고, 서로의 조건을 알아야 합니다.

그래서 저희가 지금 시뮬레이터에서 하고 있는 일은 차를 빠르게 만드는 것이 아닙니다. **누가 갈지, 어디서 기다릴지, 언제 미리 움직일지를 함께 정하는 것**입니다. AMR과 설비를 각각의 기계가 아니라 하나의 군집으로 놓고 제어한다는 뜻이고, 목적은 둘입니다.

- **라인이 서지 않게 한다.** 한 대가 통로를 막아 군집 전체가 멈추는 형태를 없앤다.
- **아무것도 옮기지 않는 주행을 줄인다.** 그 주행은 통로와 배터리를 쓰는데 생산량에는 안 들어간다.

아래는 그 둘 가운데 두 번째를 실제로 줄여 본 기록입니다.

아래 영상은 이 글의 내용을 기종이 다른 AMR 3종 5대 장면으로 55초 동안 설명합니다. 공장 장면은 AI로 생성한 설명용 화면이고, 수치는 저희 시뮬레이터 한 장면의 관측값입니다.



기종이 다른 AMR 3종 5대는 시뮬레이터에서 함께 배치됩니다 — 이기종 AMR 군집 제어

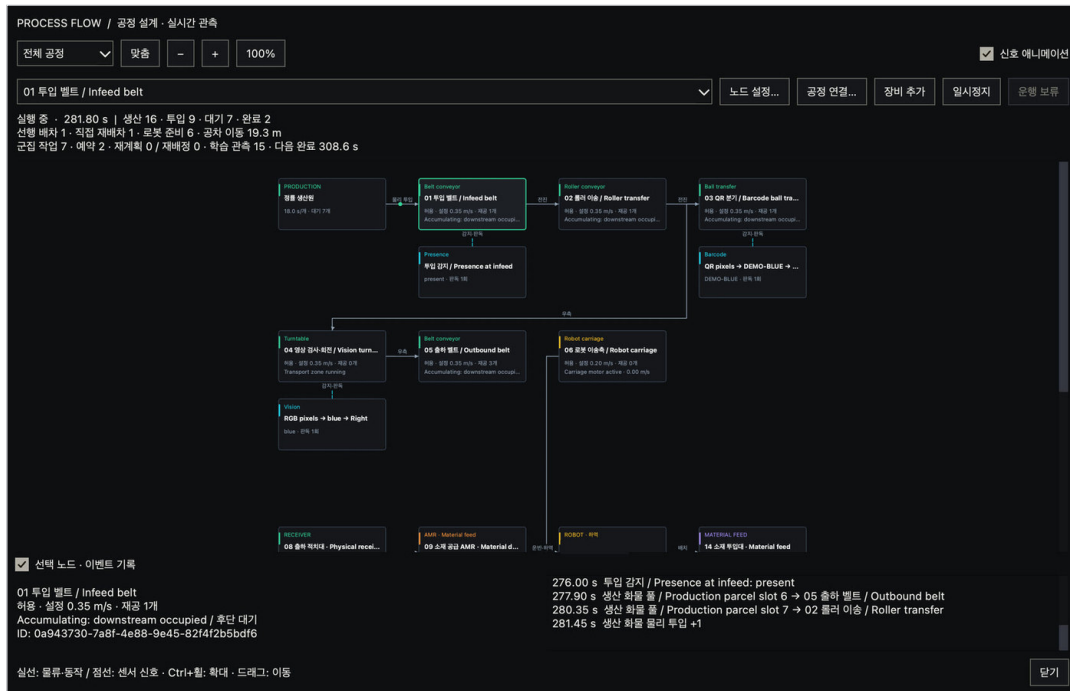
영상 youtu.be/Wun3E5JzuvM

01

첫 결과 — 규칙 하나를 바꿨습니다

같은 배치, 같은 18초 생산 주기, 같은 5대 편성입니다. 바꾼 것은 규칙 하나입니다. 일을 끝낸 AMR을 제자리로 돌려보내지 않고, 다음 수요를 보고 갈 곳을 정하게 했습니다.

네 건을 옮기는 데 걸린 시간은 428.6초에서 385.2초가 됐고, 짐 없이 달린 거리는 47.3m에서 21.5m로 줄었습니다. 약 55%입니다.



공정 흐름 화면. 둘째 줄에 선행 배차·직접 재배차·로봇 준비·공차 이동이 실시간으로 붙습니다

02

대수를 늘리는 것으로는 안 됩니다

운반이 막히면 차를 더 넣고 싶어집니다. 그런데 통로는 그대로입니다. 차만 늘면 서로가 서로의 장애물이 됩니다.

저희도 3대에서 5대로 늘려 보고 같은 통로에서 마주 본 두 대가 서로 비켜 주기를 기다리며 멈추는 것을 봤습니다. 대수가 아니라 **고르는 방식**이 먼저인 이유입니다. 잘 고르면 오히려 차가 남습니다 — 같은 장면에 다섯 대가 있는데 효율적으로 배차하면 몇 대는 예비로 남길 수 있습니다.

03

무조건 복귀가 만드는 것

지금까지 저희 기본 동작은 「일 끝나면 제자리로」였습니다. 규칙이 단순해서 안전합니다. 어디 있는지 항상 알 수 있고, 다음 지시가 어디서 시작될지도 정해집니다.

대신 생산량과 아무 상관 없는 주행이 쌓입니다. 짐을 내려놓은 자리에서 제자리까지, 그리고 제자리에서 다음 적재 지점까지. 그 두 구간은 통로를 쓰고 배터리를 쓰지만 아무것도 옮기지 않습니다. 화면에서는 부지런해 보입니다.

수치로 보면 네 건을 옮기는 동안 그 빈 주행이 47.3m였습니다. 옮긴 거리가 아니라 비어서 달린 거리입니다.



일을 끝낸 AMR을 어디로 보내는가. 왼쪽 붉은 구간이 짐 없이 달린 거리입니다

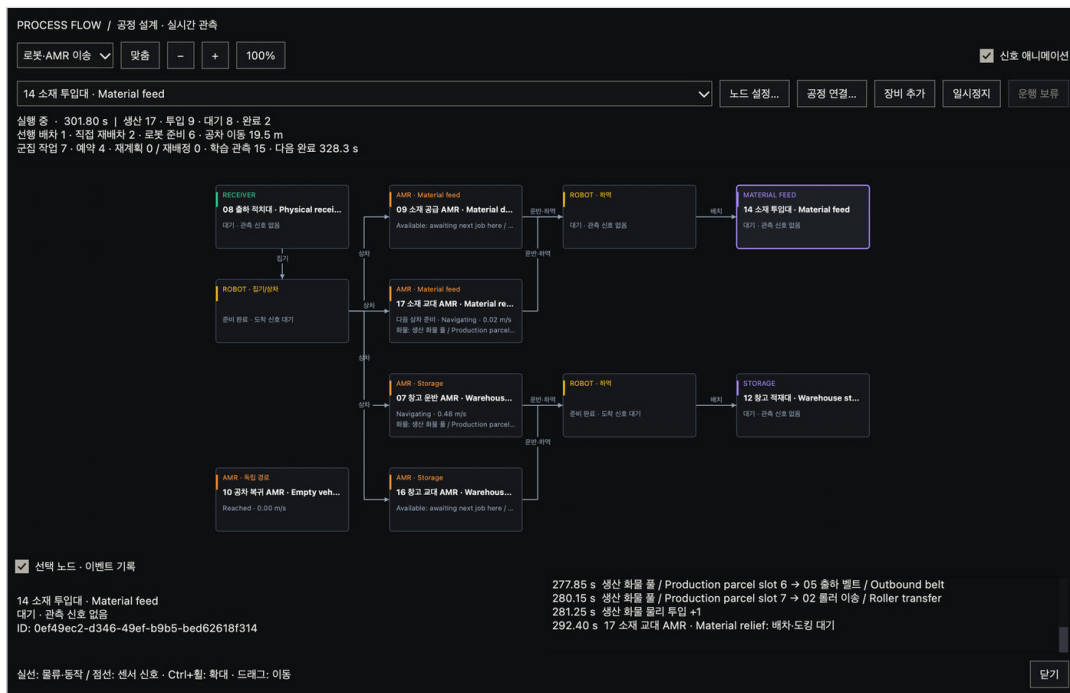
04

그래서 무엇을 바꿨나

바꾼 것	종전	지금
적재 자리	도착한 차가 잡는다	상류에서 확정된 수요에 맞춰 미리 예약한다
갈 차 고르기	가까운 차	관측된 경로의 이동 비용이 가장 낮은 차
일 끝난 뒤	제자리로 복귀	그 자리를 그대로 쓰고, 짧은 근거리 이동으로 적재 구역만 비운다

바꾼 것	종전	지금
다음 지시	복귀 완료 후 배차	끝난 자리에서 바로 재배차
대기 중 로봇	자재가 와야 움직인다	인계면 위로 미리 준비 자세를 잡는다

「가까운 차」와 「경로 비용이 낮은 차」는 다릅니다. 직선으로 3m라도 사이에 벽과 작업대가 있으면 실제 경로는 12m가 됩니다. 센서가 만든 지도 위에서 실제로 갈 수 있는 길의 비용으로 골라야 그 차이가 사라집니다.



배차 상태가 노드마다 붙습니다. 일을 마친 차는 「그 자리에서 다음 일 대기」로 서 있고, 로봇은 「준비 완료 · 도착 신호 대기」입니다

05

미리 움직이되, 미리 잡지는 않습니다

로봇이 자재가 오기 전에 준비 자세를 잡는 것은 위험할 수 있습니다. 아직 없는 물건의 자리로 팔을 뻗는 일이기 때문입니다.

그래서 두 가지를 갈라 두었습니다.

- **준비 동작은 미리 합니다.** 다만 복사한 컨트롤러로 경로를 먼저 풀어 보고, 닿지 않는 자세면 실제 관절은 움직이지 않습니다. 거절된 준비는 흔적을 남기지 않습니다.
- **잡는 것은 미리 하지 않습니다.** 수신 쪽 접촉이 실제로 잡히고 속도가 0.3초 동안 0.01m/s 아래로 내려가야 집습니다. 화물이 움직였으면 목표 위에서 다시 잡되, 잡기 허용 오차를 넓히지 않습니다.

06

빨라지니 드러난 것 세 가지

이번에 가장 값이 있었던 부분입니다. 배차를 빠르게 만들자, 느린 배차가 가려 주던 조건들이 하나씩 나왔습니다.

1. **집기 원점이 흔들렸습니다.** 종전에는 배차가 느려서 화물이 자리 잡을 시간이 저절로 생겼습니다. 빨라지자 안정되기 전에 손이 갔습니다.
2. **대기 자격을 좁은 여유로 판정했습니다.** 통행에서 빠져나가는 여유만 봤더니 두 건 뒤에 멈췄습니다. 군집 전체의 외형까지 넣어야 맞았습니다.
3. **준비 높이가 실제 접근 높이보다 낮았습니다.** 1.054m로 준비했는데 실제 접근은 1.238m였습니다. 화물 상단과 적치 상단 중 높은 쪽에 여유를 더하는 것으로 고쳤습니다.

셋 다 「더 빠르게」가 만든 문제가 아니라, **원래 있었는데 느림에 가려져 있던 조건**입니다. 현장 자동화가 잘 돌다가 물량이 늘면 갑자기 어긋나는 이유가 대개 이것입니다.

07

그래서 이걸 왜 시뮬레이터에서 하나

위 세 가지를 현장에서 찾으면 어떻게 되는지 생각해 보시면 됩니다. 두 번째 항목은 두 건 처리 뒤 군집 전체가 멈추는 형태로 나타납니다. 라인이 서고, 원인을 찾는 동안 계속 서 있습니다.

시뮬레이터에서는 같은 장면을 여러 번 돌려 어느 여유값에서 멈추는지 볼 수 있습니다. 이번 검증도 그렇게 했습니다. 최종 실행에서 단언 55개가 통과했고, 650초 안에 여섯 건을 옮겼으며, 고정 간격으로 접촉을 13,004회 관측하는 동안 AMR끼리도 장애물과도 기준을 넘는 접촉이 없었습니다.

08

이 수치의 한계

- 약 5초 간격 표본입니다. 428.6초와 385.2초는 그 간격의 정밀도 안에서 읽어야 합니다.
- 이 장면의 관측값입니다. 산업 처리량 보증도, 전역 최적해도 아닙니다. 배치가 다르면 값이 달라집니다.
- 검증은 macOS에서 했습니다.
- 기존 프로젝트는 이 방식을 끄면 종전 동작을 그대로 유지합니다.

09

정리

운반을 개별 설비처럼 다루면 각자는 최적인데 라인은 안 빨라집니다. 누가 갈지, 어디서 기다릴지, 언제 미리 움직일지를 함께 정해야 그때부터 숫자가 움직입니다.

저희는 지금 그 방식을 시뮬레이터 안에서 고르고 있습니다. 파는 물건이 아니라 만드는 중입니다.

여러분 현장에서는, 짐 없이 달리는 거리를 재 보신 적이 있으십니까.

WACE(웨이스)는 공장이 스스로 판단하고 멈추지 않게 하는 제조 AI 운영체제 VEXPLOR를 만드는 회사다.



원문 blog.vexplor.com/post/why-transport-needs-fleet-control

발행 2026년 9월 8일 · 방동걸 (주)웨이스 대표이사



원문



홈페이지



링크드인

회사 주식회사 웨이스 (WACE Inc.) · 대표이사 방동걸 ·
사업자등록번호 439-87-02852

주소 (18462) 경기 화성시 동탄구 동탄영천로 150, 에이동(A동)
1702·1706호 (영천동, 실리콘밸리동탄)

연락처 전화 070-4730-0629 · contact@wace.me

홈페이지 wace.me · linkedin.com/company/wace-inc