AHOLO GLOBAL 3D AI HACKATHON · PROJECT REPORT

CyberForge 工业仿真数字孪生中枢

CyberForge Industrial Digital Twin Hub — Sim2Real for Automotive Manufacturing

参赛团队	团队编号	成员
宝琳战队	3FO4K4W12M5W	法线之建造者（3FO4FN29SJXN）

核心引擎	在线资产	目标奖项
Aholo Lux3D	46 GLB	具身智能应用奖

01 项目概述与创意

CyberForge 是一套面向汽车制造场景的可交互工业仿真数字孪生系统。作品以真实汽车工厂工艺为主线，在浏览器中复刻"**冲压 / 焊装** → **涂装** → **总装** → **电池 PACK** → **下线检测**"的完整生产流程，并以此为试验场延伸具身智能的 Sim2Real（仿真到现实）方向。

系统全部三维资产由群核 **Aholo Lux3D** 生成，使用 three.js 在网页端拼装为可实时交互的车间，并叠加物理引擎、环境光遮蔽、景深与 3D 高斯泼溅（3DGS）真渲染。评审通过手机或电脑点击链接即可进入，无需安装。

46	~17MB	5
在线加载 GLB 资产	首屏核心组体积	工艺车间主题分区

> 核心命题：让网页内的工业仿真在光照、尺度、工艺布局与交互上向真实工厂对齐，而非停留在视觉特效层面；同时把生成式 3D 资产转化为可被机器人策略训练复用的仿真场景。

02 系统技术架构

系统采用五层闭环架构，覆盖从空间感知到自主进化的完整链路，并配套独立的架构可视化页 `architecture.html`。

层级	职责	实现方式
感知层	场景理解、视觉后处理	SSAO 环境光遮蔽、景深 Bokeh、Bloom、3DGS 点云
决策层	任务调度、状态监测	生产状态面板、OEE/产量动态数据、故障模拟与报警
执行层	设备运动、物理交互	程序化 4DOF 关节机械臂、AGV 往返、cannon-es 重力碰撞
孪生层	数据闭环、数字映射	工位状态孪生、API 能力矩阵、第一人称巡检
进化层	资产自治迭代	定时任务驱动 Lux3D 主题批次生成、压缩、接入

03 群核技术栈应用（核心证据）

群核 Aholo Lux3D 在本项目中承担**全部核心三维内容的生成**，并结合 Aholo API 多类能力与 3DGS 世界生成，构成完整技术栈。所有 GLB 均通过官方 API 异步任务生成，可由任务号溯源。

36	10	1
文生 3D（G1-Turbo / G1）	图生 3D 高保真旗舰	World 3DGS 场景

调用的 Aholo 能力矩阵

能力	用途	代表任务号
文生 3D	车间设备、流水线、检测线 36 件	4793601 起 / 4825620 系列 / 4826084 系列
图生 3D	高保真机械臂、焊接/喷涂机器人	4817838、4821307、4821311
多模态生图	材质特写、图生 3D 参考图	4816921、4817702、4821210、4821214
部件拆分	机械臂构件分解 2 件	4843142、4843255
关节化动画	真实 URDF 关节结构输出 3 件（5/6/5 link）	4830369、4838390、4842962
World 3DGS	赛博工业控制室全景 + PLY/SPZ	3FO4K4RL60CG

> 证据链说明：图生 3D 采用"多模态生图（参考图）→ 图生 3D 锚定"两步闭环；验证发现 G1 版本可稳定生成、G1-Turbo 图生通道失败，故图生统一走 G1，失败任务不产生积分消耗。

04 关键资产迭代对比

原始生成 GLB 体积较大（含高分辨率贴图），直接加载会导致首屏长时间黑屏。项目建立标准化三步压缩流水线，在保留 PBR 材质与结构的前提下大幅降低网页传输体积。

阶段	处理	体量结果
原始生成件	Lux3D 直接输出，贴图最高 2048+	raw_backup 留存约 527MB（25 件）
减面 / Draco	simplify 减面 + Draco 几何压缩	141MB → 101MB
贴图三步流水线	resize 2048 → WebP q82 → Draco	**101MB → 线上约 14MB（首批）**

线上全量	46 个 GLB 文件（场景实际加载 46）	合计约 104MB，单件多为 1.5–3.2MB（CF-006 为 11MB 特殊件）

> 合规声明：原始件与线上压缩件为**同一资产的两次编码**，几何与贴图内容对应、仅编码和分辨率不同，二者 SHA256 不同属正常现象，非不同资产。原始件留存于 raw_backup 备查。

分层加载架构

- 核心组 11 件阻塞加载（约 17MB），完成即进入场景，保证首屏快速可见
- 扩展组 24 件进入后由 4-worker 并发池后台静默加载，逐件放置不阻塞交互
- 另设 10 秒硬超时与错误捕获兜底，杜绝加载异常导致的黑屏

05 核心功能与真实尺度复刻

生产工艺与设备

- 多工位流水线，白车身沿约 20m 传送带移动
- 8 台机械臂分工位执行焊装 / 涂装 / 总装
- 焊接火花粒子、车间墙面与黄色安全标线
- 电池 PACK 车间与下线检测线成套设备

交互与可视化

- 第一人称 1.7m 人眼巡检、工位特写镜头
- 生产状态面板（动态产量 / OEE / 工位状态）
- 故障模拟与红色报警、API 能力矩阵面板
- cannon-es 物理引擎演示重力与碰撞

真实尺寸比例

场景以米为单位按真实工业尺度建模：程序化关节机械臂总高约 1.5m，底座直径约 0.4m；AGV、传送带、车间层高与安全通道均参照真实工厂尺度，并以 1m 网格作为参考基准。光照采用白色顶光加暖黄工作灯，替代早期赛博朋克配色，向真实车间环境对齐。

效果截图位：此处插入真实浏览器运行截图（主场景全景 / 工位特写 / 3DGS 页 / 生产面板），需在支持 WebGL 的浏览器中实拍后补入

06 具身智能 Sim2Real 方向

项目以数字孪生车间作为机器人策略的仿真训练场，探索从仿真到现实（Sim2Real）的迁移路径，对应赛事**「具身智能应用奖」**。

- 机械臂关节化：通过部件拆分与关节化接口输出 **3 件真实 URDF**（5/6/5 link、4–5 revolute），已经 urdf-loader 在网页端加载并驱动关节摆动
- 云深处 X30 四足真实 URDF 接入安全通道巡检，配合 3 件关节化机械臂形成多本体 Sim2Real 试验场
- 3DGS 真渲染提供高保真空间表征，可用于机器人空间理解与导航
- 物理引擎提供重力、碰撞等真实约束，缩短仿真到现实的分布差距

> 当前边界：机械臂关节为受控周期动画而非逆运动学求解，孪生数据为模拟值；这是后续接入 rl_training / ONNX 策略权重的方向，报告如实标注。

07 官方五维评审对应

评审维度	权重	项目对应	自评
群核技术栈应用	30%	46 资产全部 Lux3D 生成，多 API 闭环，任务号可溯源	强

作品有趣程度	25%	第一人称巡检、故障报警、物理演示、3DGS 沉浸场景	中良
创新性	20%	生成式 3D + 数字孪生 + Sim2Real 具身智能融合	中良
完成度	20%	在线 Demo 稳定可运行、移动端可访问、分层加载	中良
传播	5%	待发布小红书 #Aholo黑客松	待补

最终得分 = 专家评委 70% + 玩家评委 30%。

08 提交物与访问链接

类别	材料	状态
必交	项目报告书（本文件）	已完成
必交	完整在线 Demo（真实运行）	已部署
加分	项目源代码打包	待打包
加分	魔搭社区发布	待发布
加分	小红书 #Aholo黑客松	待发布

在线地址（完整网页链接，可直接点击）

- 主场景 Demo：`https://www.huodouai.com/cyberforge/cyberforge-viewer.html`
- 3DGS 真渲染页：`https://www.huodouai.com/cyberforge/splat-viewer.html`
- 架构可视化页：`https://www.huodouai.com/cyberforge/architecture.html`
- 项目报告书：`https://www.huodouai.com/cyberforge/project-report.html`
- 成长轨迹：`https://www.huodouai.com/cyberforge/growth-timeline.html`
- 魔搭数据集：`https://modelscope.cn/datasets/zongyuantan/cyberforge-digital-twin`

CyberForge Industrial Digital Twin Hub · 宝琳战队（3FO4K4W12M5W）· Aholo Global 3D AI Hackathon

DID-BR-000002 | $\Omega_0 \subset \odot \infty \subset \Omega$ | 提交截止 2026-11-19 19:00 (UTC+8)