

IDTF (Industrial Digital Twin Framework)

特色與亮點

文件編號: IDTF-Highlights-V1.0 版本: 1.0 日期: 2025-10-16 作者: 林志錚 Michael Lin(Chih Cheng Lin)

核心價值主張：一次建模，到處使用

IDTF 是一個全面的工業數位分身框架，旨在整合資產定義、工廠設計、數據整合、3D 視覺化以及 AI Agent 協作，提供從設計到執行的端到端解決方案，加速工業 4.0 的轉型。

亮點特色

1. 標準化資產定義 (IADL)

- 透過 **IADL (Industrial Asset Definition Language)** 定義可重用的資產藍圖，支援多維度視圖與完整的生命週期管理。
- 深度符合 **ISA-95 標準**，明確定義 ISA-95 八級階層，並支援「次要階層」的邏輯分組。
- 擴展核心屬性**，包含更全面的識別、工程、營運、維護、財務、狀態、文件和連接關係資訊。
- 與 **USD 3D Model 連結**：IADL/FDL Schema 已新增 `usdModelReference` 字段，實現語義模型與物理模型的深度整合。

2. 智能數據中樞 (NDH)

- NDH (Neutral Data Hub)** 整合異構系統的數據，實現數據的統一管理與流動，並支援實時數據處理。
- 內建 MQTT Broker**，作為 Agent 之間以及 Agent 與 MCP 之間的主要通訊通道。
- 全面的生命週期管理**：管理資產實例的生命週期狀態和相關事件記錄。

3. 智能 Agent 協作 (MCP & Agent SDK)

- **MCP (Multi-Agent Control Plane)**: 在 NDH 之上引入獨立服務層，負責管理和協調 AI Agent 的生命週期和通訊，提供 Agent 註冊、事件分發、狀態管理、ACL 和審計等核心功能。
- **Agent SDK**: 提供標準化的介面和工具，簡化 AI Agent 的開發、部署和管理，支援多種語言和開源 Agent orchestration SDK (如 LangGraph / AutoGen / CrewAI)。
- **Reference Agents**: 優先實作 Energy-Optimizer、Maintenance-Advisor、Safety-Sentinel 等可驗證價值的 AI Agent 原型。

4. 企業級 3D 視覺化 (Omniverse Integration)

- 透過 **NVIDIA Omniverse** 實現 3D 數位分身，提供實時渲染、物理模擬、多人協作和 USD 場景管理。
- **USD 整合服務**: 專門的服務層負責數據模型解析、USD 場景生成、實時數據連接、命令與事件處理，實現 IDTF 數據與 Omniverse 的無縫對接。

5. 高效工廠設計與部署 (IADL Editor & Factory Designer)

- **IADL Editor (Asset Designer)**: 視覺化的資產建模工具，支援豐富數據模型和階層架構細化，與 CAD/PLM 系統整合。
- **Factory Designer**: 工廠級佈局設計工具，精確描述資產實例的物理部署和邏輯關聯，基於 IADL 範本自動生成 FDL 實例，並一鍵部署到 NDH。

6. 開放標準與廠商中立

- 基於 USD, OPC UA, MQTT, REST/GraphQL 等開放標準，確保互操作性，避免廠商鎖定。

應用場景

IDTF 適用於多種工業場景，包括：

- **智能工廠能源優化**: 透過 Energy-Optimizer Agent 降低能耗。
- **預測性維護**: Maintenance-Advisor Agent 預測設備故障，減少停機時間。
- **工廠安全監控**: Safety-Sentinel Agent 實時監控環境，預警危險。
- **數位分身協同設計**: 在 Omniverse 中進行多方協作，加速產品和工廠設計。

- **OT/IT 數據整合：**統一管理來自不同系統的數據，提供單一事實來源。
-

IDTF 致力於為工業數位轉型提供一個強大、靈活且可擴展的基礎框架，實現數據驅動的智能決策和高效運營。