



工業技術研究院

機械與機電系統研究所

撰寫人員：李敏豪

minhaolee@itri.org.tw

v2023.03.31

效益說明 Impacts	<p>1. 商務效益：</p> <ul style="list-style-type: none">• 開發設計 Umati 互操作介面平台，導入國內製造業智慧製造應用• 具 Low code / No code 、可視化、通用性及易操作 <p>2. 技術效益(質化、量化)：</p> <ul style="list-style-type: none">• 本服務架構採用 Azure 數位雙生雲架構及 AAD 託管驗證• 透過微軟 Blazor 網頁、Azure WebAPI• 驗證數位雙生 DTDL model 建立之正確性• 此外亦加速 Umati Model 與 DTDL 之建立、更新與維護時程，有效提昇產業導入之效率與效益
-----------------	--

目錄

DELIVERABLE #1	4
HIGH LEVEL ARCHITECTURE DESIGN :.....	4
DELIVERABLE #2	10
MODERN WEB USER INTERFACE :.....	10
DELIVERABLE #3	13
PROOF OF CONCEPT IMPLEMENTATION AT A MANUFACTURING SITE.....	13
DELIVERABLE #4	18
DELIVERY OF PROOF OF EXECUTION :.....	18
DOCUMENTS AND SAMPLE CODE TO BE PUBLISHED AT GITHUB.....	18

圖 目 錄

圖 1.1 Umati gateway 設定畫面	4
圖 1.2 辰富精機 Fanuc 控制配置表.....	4
圖 1.3 說明 Umati Gateway 之設備名稱命名節點規則	5
圖 1.4 Umati 之 DeviceClass 支援種類 (場域為 Milling machine).....	5
圖 1.5 Azure Digital Twins 建立 ITRI-ADX Blazor 專案.....	6
圖 1.6 Azure Digital Twins 建立相關資源與 ADT 實體	6
圖 1.7 Azure Digital Twins 指定正確之 Role	7
圖 1.8 Azure Digital Twins Explorer Model 上傳	7
圖 1.9 ADT Umati 範例 Model 上傳後畫面	8
圖 1.10 可自行依需求手動建立 Twins 或匯入已建立的 Twins 範例	8
圖 1.11 ADT Twins 建立 CncCnotroller 預先列舉常用的參數範例	9
圖 2.1 Umati 預先整理用戶常用的參數範例.....	10
圖 2.2 Azure Web API 操作 CRUD 驗證結果	10
圖 2.3 Azure Web API 操作 CRUD 驗證結果	11
圖 2.4 辰富精機 Umati Gateway OPC UA Server 完成畫面	11
圖 2.5 Umati Gateway 繼承自 Umati Namespace 畫面	12
圖 2.6 辰富精機驗證場域	12
圖 3.1 OpenId Connect (OIDC) 設定.....	13
圖 3.2 OpenId Connect (OIDC) 設定.....	13
圖 3.3 OpenId Connect (OIDC) 設定	14
圖 3.4 OpenId Connect (OIDC) 設定總覽	14
圖 3.5 OpenId Connect (OIDC) 必須”先抄下 secrets key”的 value	15
圖 3.6 OpenId Connect (OIDC) 的 “ip 必須與部署的網址相同”.....	15
圖 3.7 OpenId Connect (OIDC) 設定 tokens 勾選	16
圖 3.8 於 Azure IaaS 層 VM 將專案容器進行部署	16
圖 3.9 於 Azure IaaS 層 VM 設定畫面	17
圖 3.10 於手機端 OTP 核准或拒絕登入 MFA 驗證.....	17
圖 4.1 專案 UA-DTDL-ADX 發布於 github 之網址	18
圖 4.2 使用 Umati-Demo-DTDL 畫面 Twins 設定	19

圖 4.3 使用 UA-DTDL-ADX 與 Umati OPC UA 即時畫面	19
圖 4.4 使用 UA-DTDL-ADX 與 Twins 畫面	20
圖 4.5 使用 UA-DTDL-ADX 與 OPC UA 映射資料來源組態	20
圖 4.6 匯入或匯出 OPC UA 映射資料來源組態設定	21
圖 4.7 Umati 資料來源與 Azure DTDL 無代碼平台成果	21

Deliverable #1

High level architecture design :

The Umati gateway should integrate three CNCmachines at least to demo. And Digital Twins reference architecture should be based on Azure DTDL as basic objects.

- Umati gateway

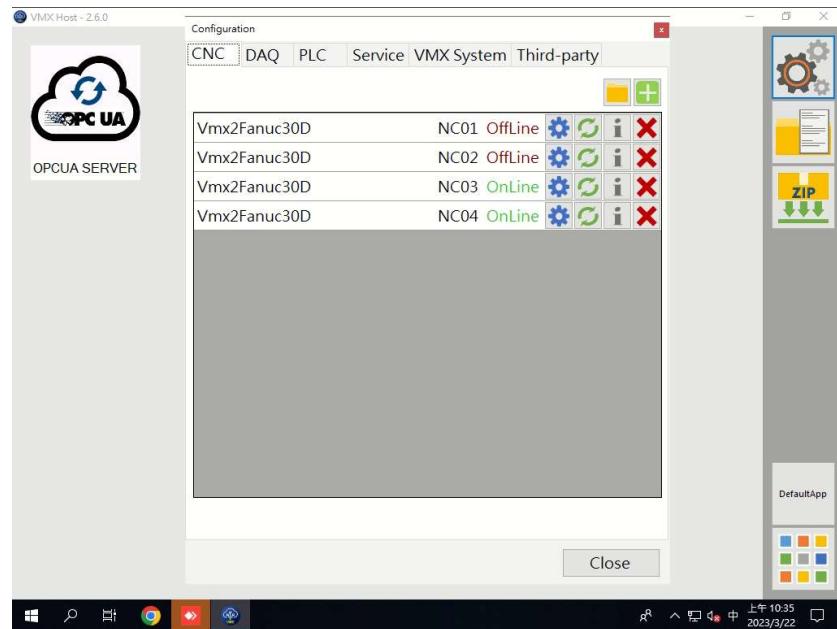


圖 1.1 Umati gateway 設定畫面

設備IP	設備名稱	控制器品項	型號	當前狀態
192.168.1.	NC01	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC02	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC03	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC04	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC05	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC06	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC07	FANUC	0	不線上
192.168.1.	NC08	FANUC	0	不線上
192.168.1.	NC09	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC10	FANUC	0	不線上
192.168.1.	NC11	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC12	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC13	FANUC	0	線上
192.168.1.	NC14	FANUC	0	不線上
192.168.1.	NC15	FANUC	0	不線上
192.168.1.	NC16	FANUC	0	不線上
192.168.1.	NC17	FANUC	0	不線上
192.168.1.	NC18	FANUC	0	不線上

圖 1.2 辰富精機 Fanuc 控制配置表

將 Opcua Server 啟動後，以 Opcua Client 軟體瀏覽其資訊模型，顯示如下。對於單一設備而言，會存在 3 個以設備名稱(DemoCNC)命名的根節點，將這 3 個根節點展開，分別是資訊模型 OPC 40501-1、OPC 40502 與 VMX，而這 3 個資訊模型實際上分屬不同的 Namespace。

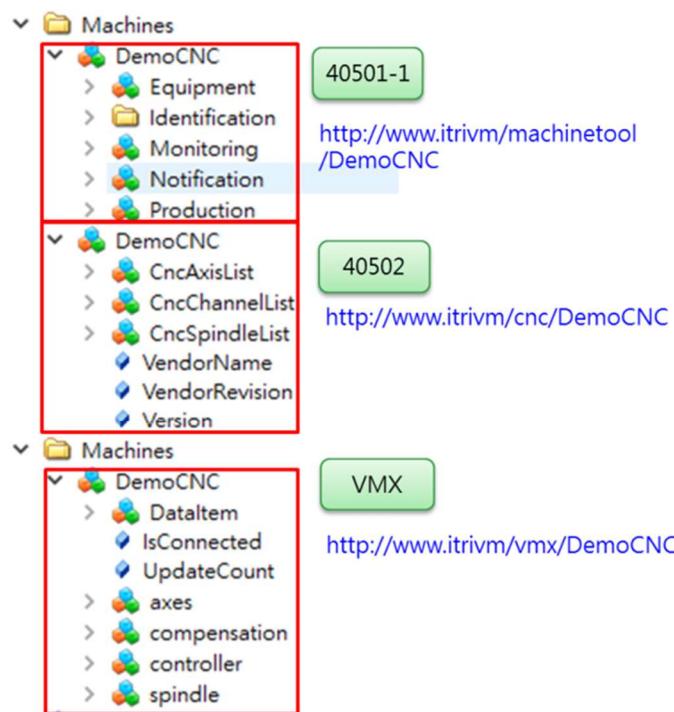


圖 1.3 說明 Umati Gateway 之設備名稱命名節點規則

- **DeviceClass**

Additive manufacturing machine	Gear cutting machine	Planing machine	Testing machine
Beading machine	Grinding machine	Plasma cutting machine	Thermal deburring machine (TEM)
Bending machine	Hammer machine	Polishing machine	Transfer machine
Broaching machine	Hardening machine	Press	Trimming machine
Copy milling machine	Honing machine	Profiling machine	Turning machine
Curling machine	Lapping machine	Punch laser machine	Water jet cutting machine
Deburring machine	Laser cutting machine	Punching machine	
Drawing machine	Laser marking machine	Riveting machine	
Drilling / Boring machine	Laser structuring machine	Rolling machine	
Electrical discharge machine (EDM)	Laser welding machine	Rotary transfer machine	
Electro chemical machine (ECM)	Machining centre	Sawing machine	
Finishing machine	Measuring machine	Seaming machine	
Flanging machine	Milling machine	Shaping machine	
Folding machine	Mill-turn machining centre	Shearing machine	
Forging machine	Nibbling machine	Slotting machine	
Forming machine	Planer	Straightening machine	

圖 1.4 Umati 之 DeviceClass 支援種類 (場域為 Milling machine)

- 微軟 Azure DTDL 模型架構基礎

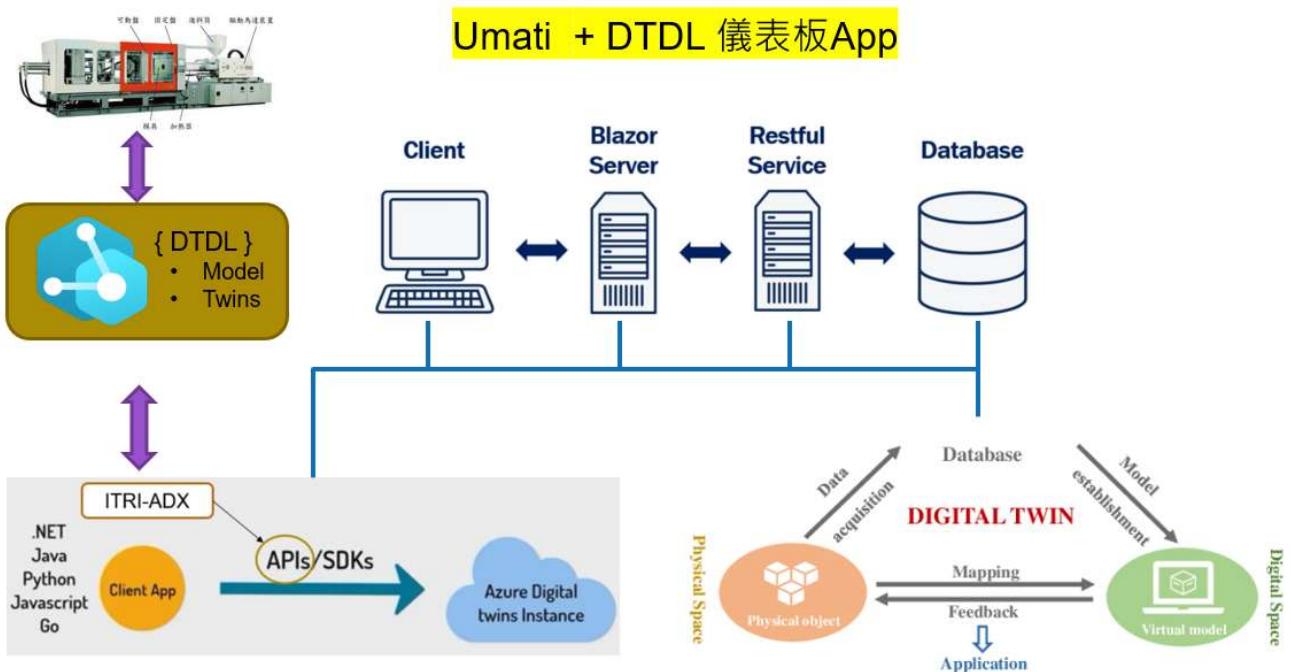


圖 1.5 Azure Digital Twins 建立 ITRI-ADX Blazor 專案

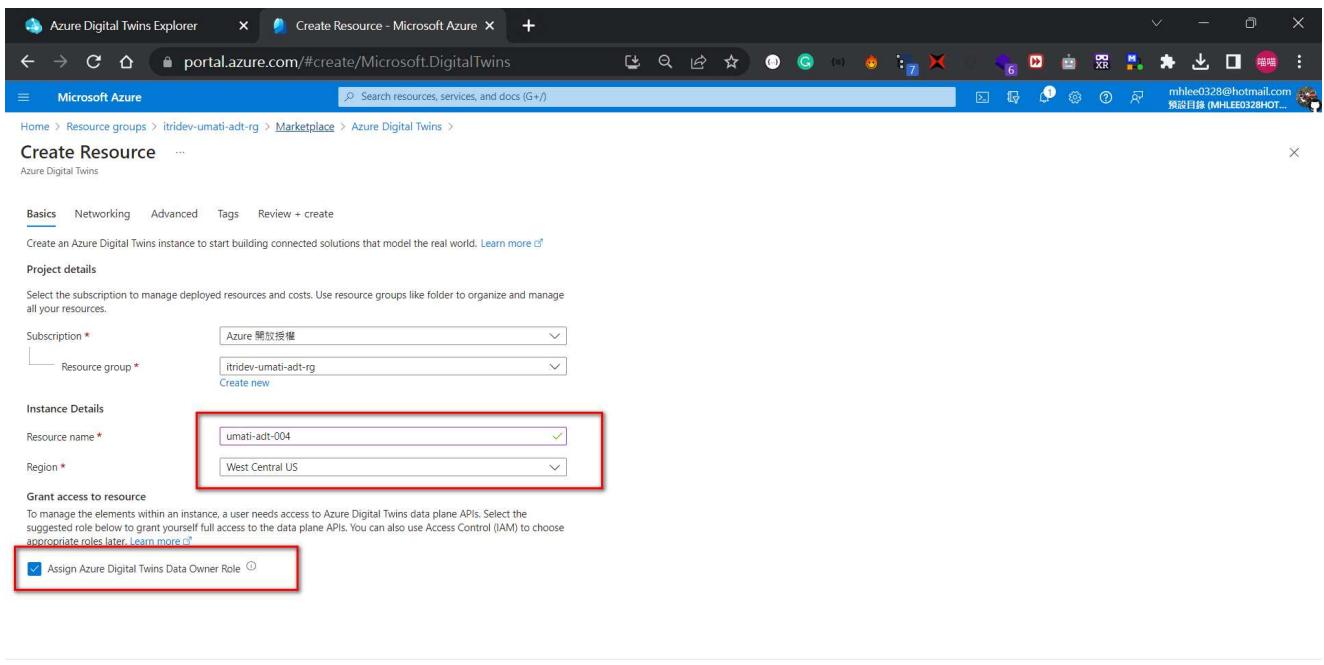


圖 1.6 Azure Digital Twins 建立相關資源與 ADT 實體

圖 1.7 Azure Digital Twins 指定正確之 Role

建立 Umati 數位雙生的 DTDL model 樣板，產生 BasicInfo.json、CncController.json、Machine.json、Queue.json、Source.json 等 Base Model 上傳至 Azure Digital Twins Explorer。

網址為 <https://github.com/mhlee0328/UA-DTDL-ADX/tree/main/Umati-Demo-DTDL-basemodel>

圖 1.8 Azure Digital Twins Explorer Model 上傳

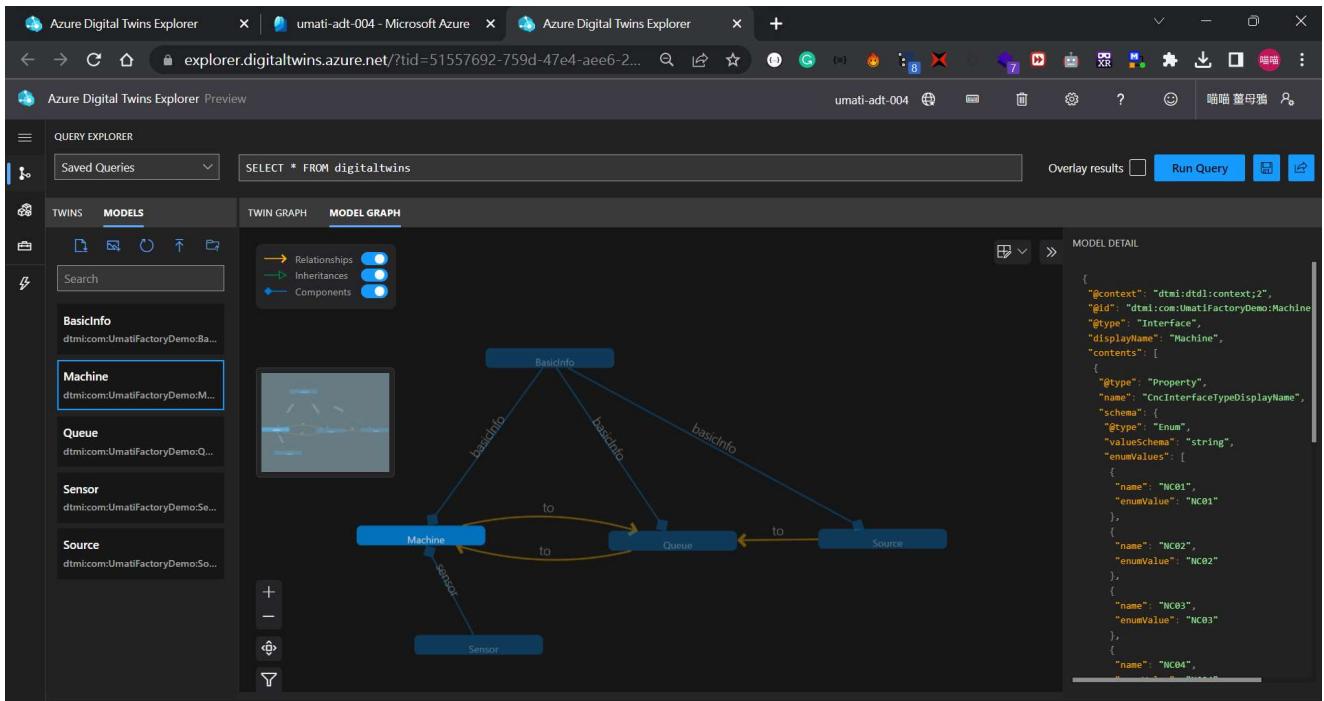


圖 1.9 ADT Umati 範例 Model 上傳後畫面

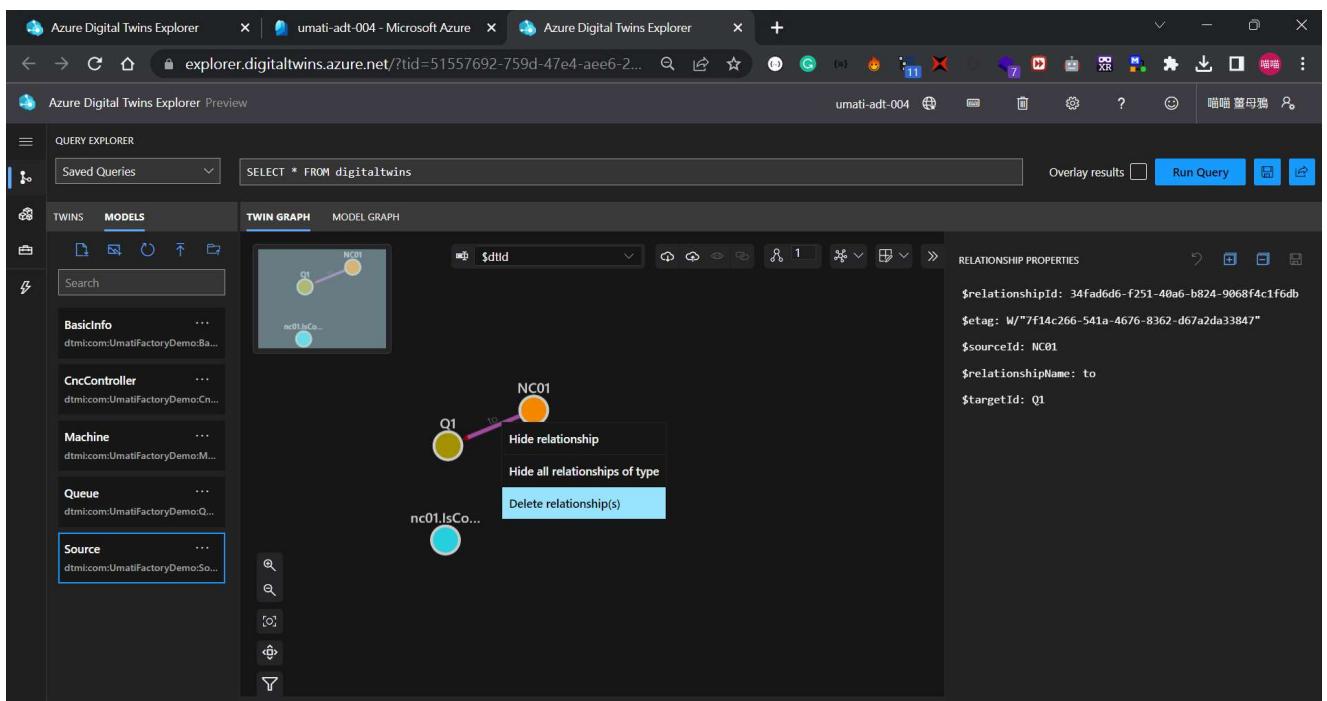


圖 1.10 可自行依需求手動建立 Twins 或匯入已建立的 Twins 範例

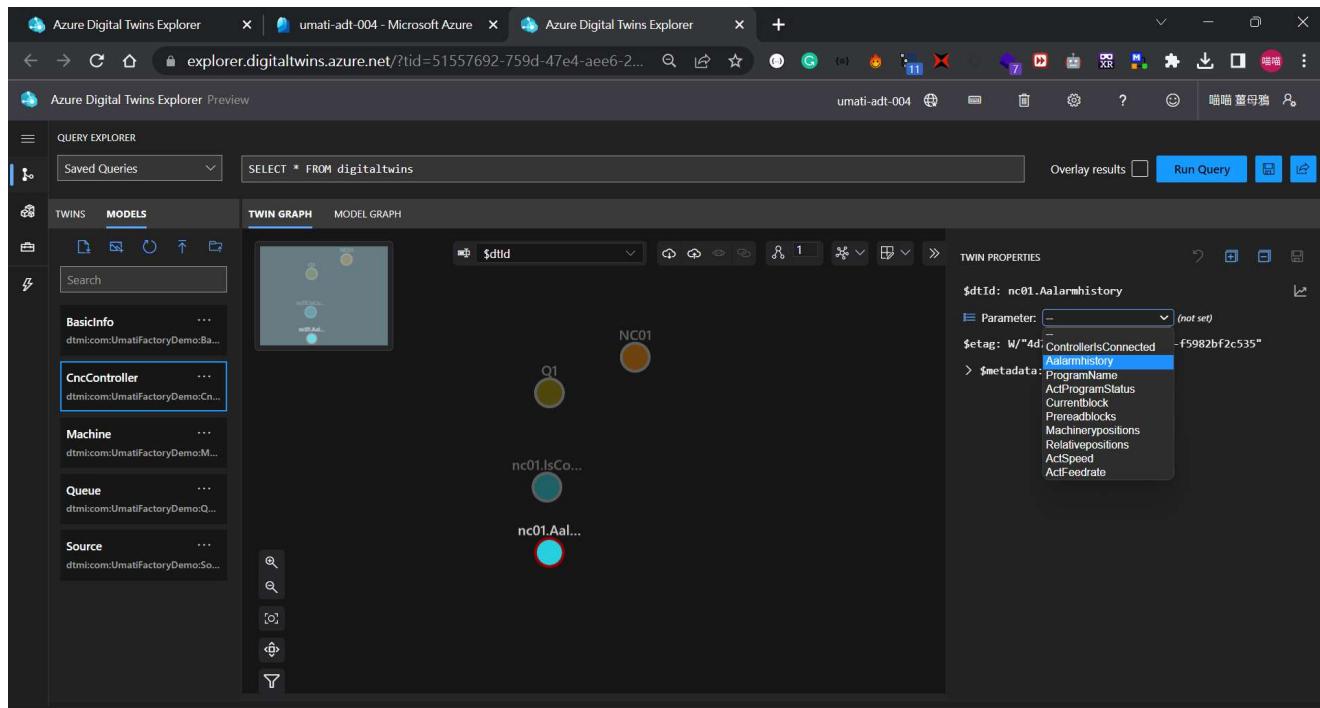


圖 1.11 ADT Twins 建立 CncCnotroller 預先列舉常用的參數範例

Deliverable #2

Modern web User Interface :

- Azure DTDL digital twins model and twins relationship for three CNC machines in realtime property and value by Umati interface.

TagMapping_Iti-umati-adt-001.api.sea.digitaltwins.azure.net_20230330_demo.xlsx - Excel									
報告您想像做什麼									
新細體									
1	DId	DataSourceId	DataSourceType	DataSourceName	TagMappingConfig	Description			
2	ControllerName	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=2;s=Machine/NC03/controller/name	設備名稱	NC03	BasicInfo	
3	ControllerType	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=2;s=Machines/NC03/controller/type	控制器種類	Iti.Vmx.Cnc.Vmx2Famuc30D	BasicInfo	
4	MachiningType	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=9;s=Machines/NC03/Identification.DeviceClass	加工類型	Milling_machine	BasicInfo	
5	ControllerIsConnected	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=2;s=Machines/NC03/IsConnected	設備連線狀態	TRUE	ControllerInfo	
6	6AlarmHistory	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=2;s=Machines/NC03/controller/log/alarmhistory	設備異常紀錄		ControllerInfo	
7	ProgramName	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=14;s=Machines/NC03/Cn/ChannelList.Channel.ActProgramFile	加工程式名稱		ControllerInfo	
8	ActProgramStatus	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=14;s=Machines/NC03/Cn/ChannelList.Channel.ActProgramStatus	Active channel program status		ControllerInfo	
9	Currentblock	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=2;s=Machines/NC03/controller/prereadblocks	當前G code		ControllerInfo	
10	Prereadblocks	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=2;s=Machines/NC03/controller/prereadblocks	預先讀G code區塊		ControllerInfo	
11	Machinerypositions	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=2;s=Machines/NC03/axes/machinerypositions	XYZ機械位置		ControllerInfo	
12	Relativepositions	2	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=2;s=Machines/NC03/axes/relativepositions	XYZ相對位置		ControllerInfo	
13	SI.ActSpeed	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=14;s=Machines/NC03/Cn/SpindleList.SI.ActSpeed	轉速		ControllerInfo	
14	Channel.ActFeedrate	1	OPCUA	opc.tcp://your-opc-ua-server-ip:48030/	ns=14;s=Machines/NC03/Cn/ChannelList.Channel.ActFeedrate	進給率		ControllerInfo	
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22	Feedrate	1	OPCUA	opc.tcp://118.232.37.40:48030/	ns=2;s=Machines/NC03/controller/feedrate	進給率			
23					("action":"Read","nodeId":ns=2;s=Machines/NC03/controller/feedrate,"pollRate":"1000")				
24					("action":"Read","nodeId":ns=14;s=Machines/NC03/Cn/ChannelList.Channel.ActFeedrate,"pollRate":"1000")				

圖 2.1 Umati 預先整理用戶常用的參數範例

- 對 DTDL 模型 Azure Web API 操作 CRUD 於 Postman 驗證測試

The screenshot shows the Postman application interface. The left sidebar contains navigation links: Home, Workspaces, API Network, Reports, Explore, Collections, APIs, Environments, Mock Servers, Monitors, Flows, and History. The main workspace is titled "Azure Digital Twins" and shows a "Data Plane - Models" collection. A "DigitalTwinModels Add" POST request is selected. The request details show a URL: `https://{{(digitaltwins-hostname)}}/models?api-version=2020-10-31`, with a "Params" tab selected. The "api-version" parameter is set to "2020-10-31". The "Body" tab is selected, showing a JSON payload with an "error" key and a message about a model ID already existing. The "Test Results" tab shows a status of 409 Conflict, a time of 1711 ms, and a size of 566 B. The bottom right corner has a "Save Response" button.

Postman

File Edit View Help

Home Workspaces API Network Reports Explore

Search Postman

New Import GET Digital Twin Models Ge POST DigitalTwinModels Add Data Plane - Models + *** No Environment

Invite

Upgrade

Azure Digital Twins

Collections

APIs

Environments

Mock Servers

Monitors

Flows

History

Azure AD v2.0 Protocols

Azure Digital Twins API

Azure Digital Twins REST API Samples

Azure Digital Twins REST API Samples(940115-DEV)

+

Data Plane - Models

POST DigitalTwinModels Add

PATCH DigitalTwinModels Decommission

DEL DigitalTwinModels Delete (sensor)

DEL DigitalTwinModels Delete (room)

DEL DigitalTwinModels Delete (component)

GET DigitalTwinModels GetByld

GET DigitalTwinModels GetByld includeModel...

GET DigitalTwinModels List

GET DigitalTwinModels List includeModelDefini...

PATCH DigitalTwinModels Update

Data Plane - Query

Data Plane - Twins

Control Plane - Check Name Availability

Control Plane - Digital Twins Instance

BlazorWASMSecurityAzureAD

percept-adt-demo-V1.0

percept-adt-demo-V2.0

tayakitchen (Use Creator to create indoor maps)

Search Postman

Save

Send

Cookies

Query Params

KEY VALUE DESCRIPTION

api-version 2020-10-31

Key Value Description

Body Cookies Headers (5) Test Results

Pretty Raw Preview Visualize JSON

Status: 409 Conflict Time: 1711 ms Size: 566 B Save Response

1 "error": {
2 "code": "ModelErrorAlreadyExists",
3 "message": "Some of the model ids already exist: dtmi:com:example:sensor;1, dtmi:com:example:zoom;1, dtmi:com:example:zoom;1, has_sensors;1, dtmi:com:example:tags;1. Use Model_List API to view models that already exist. See the Swagger example (<https://aka.ms/ModelListSwSmpl>)."
4 }
5 }
6 }

Find and Replace Console

Cookies Capture requests Bootcamp Runner Trash

圖 2.2 Azure Web API 操作 CRUD 驗證結果

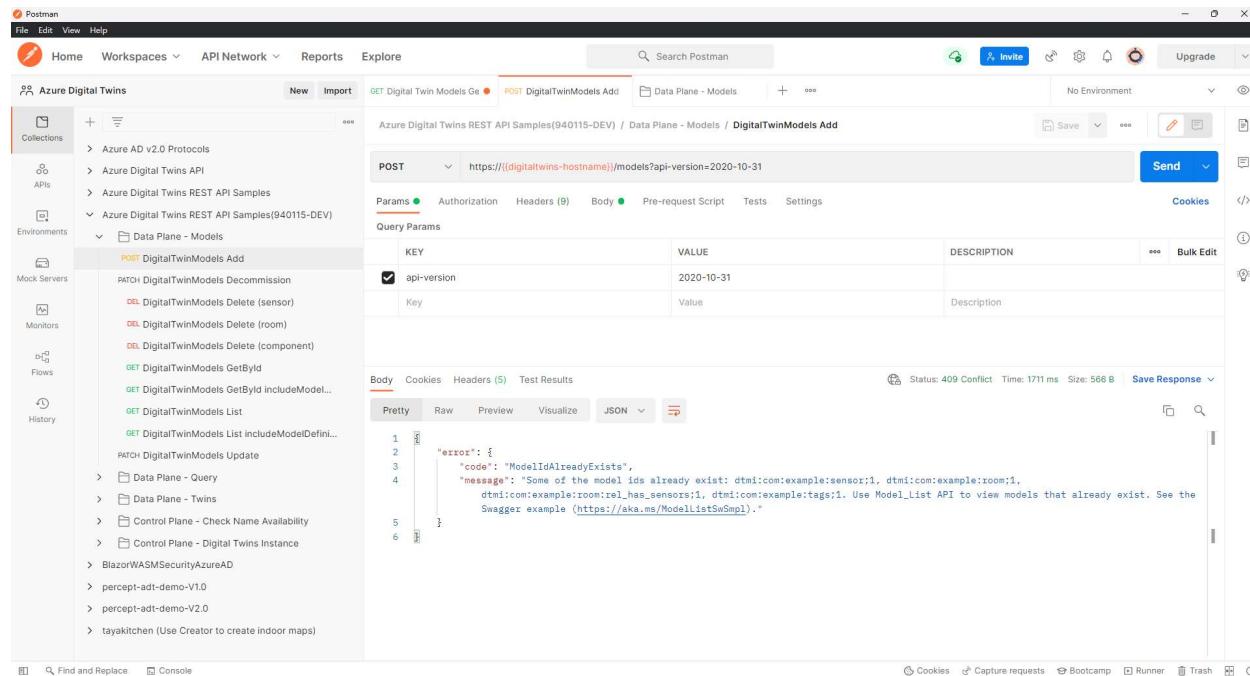


圖 2.3 Azure Web API 操作 CRUD 驗證結果

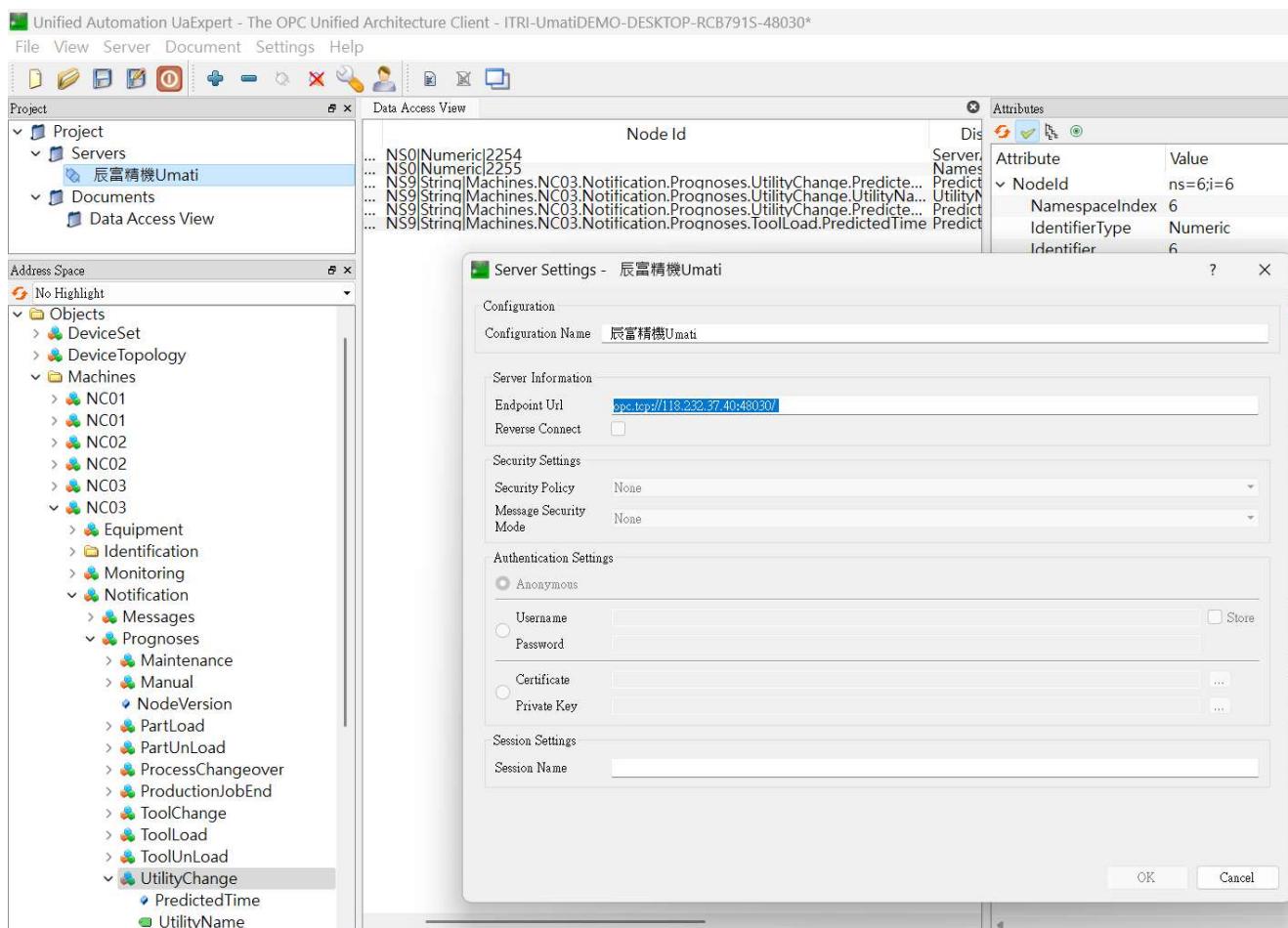


圖 2.4 辰富精機 Umati Gateway OPC UA Server 完成畫面

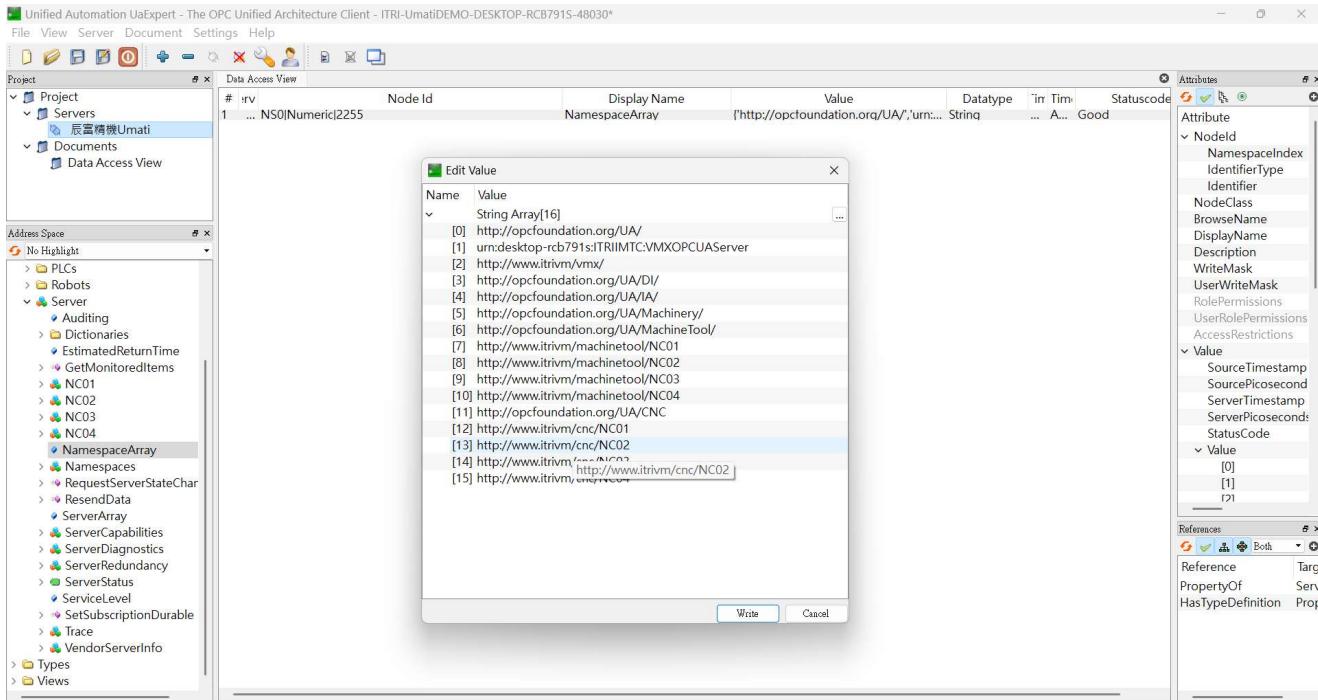


圖 2.5 Umati Gateway 繼承自 Umati Namespace 畫面



圖 2.6 辰富精機驗證場域

Deliverable #3

Proof of concept implementation at a manufacturing site

首先建立 Azure 資源群組及數位雙生必要項目，使用了 Azure AD 目錄服務，因此我們可以直接拿 Azure AD 作為公司的 OAuth 2.0 + OpenId Connect (OIDC) 認證與授權平台。OIDC 是本專案重要的設定之一。

The screenshot shows the Azure portal interface for managing app registrations. The left sidebar shows the 'API permissions' section is selected. The main area displays the 'Request API permissions' dialog for the 'itridev-oidc' app. The 'Azure Digital Twins' API is listed under 'All APIs'. The 'Add a permission' button is highlighted with a red box. The 'Add permissions' button at the bottom right of the dialog is also highlighted with a red box.

圖 3.1 OpenId Connect (OIDC) 設定

The screenshot shows the Azure portal interface for managing app registrations. The left sidebar shows the 'API permissions' section is selected. The main area displays the 'Request API permissions' dialog for the 'itridev-oidc' app. The 'Azure Service Management' API is listed under 'Commonly used Microsoft APIs'. The 'Add a permission' button is highlighted with a red box. The 'Add permissions' button at the bottom right of the dialog is also highlighted with a red box.

圖 3.2 OpenId Connect (OIDC) 設定

Request API permissions

Delegated permissions

user_impersonation

Add permissions

Azure Service Management

圖 3.3 OpenId Connect (OIDC) 設定

從 Azure AD 取得 Application (client) ID, Directory (tenant) ID 與 Primary domain, secrets 這些重要參數，必須搭配本專案之 docker-compose.yml 組態檔設定。

Display name	: itridev-oidc	Client credentials	: 0 certificate, 1 secret
Application (client) ID	: 460982e1-2ba0-425b-9f5d-452ec1ce957	Redirect URIs	: 4 web, 0 spa, 0 public client
Object ID	: df957704-e788-4738-a797-0ca5edb22c3f	Application ID URI	: Add an Application ID URI
Directory (tenant) ID	: 51557692-759d-47e4-aee6-2b7f8321ab76	Managed application in ...	: itridev-oidc
Supported account types	: My organization only		

圖 3.4 OpenId Connect (OIDC) 設定總覽

記得產生 secrets key 後，必須”先抄下 secrets key”的 value。

圖 3.5 OpenId Connect (OIDC) 必須”先抄下 secrets key”的 value

圖 3.6 OpenId Connect (OIDC) 的“ip 必須與部署的網址相同”

Authentication 頁籤勾選 ID tokens 核取項目

圖 3.7 OpenId Connect (OIDC) 設定 tokens 勾選

圖 3.8 於 Azure IaaS 層 VM 將專案容器進行部署

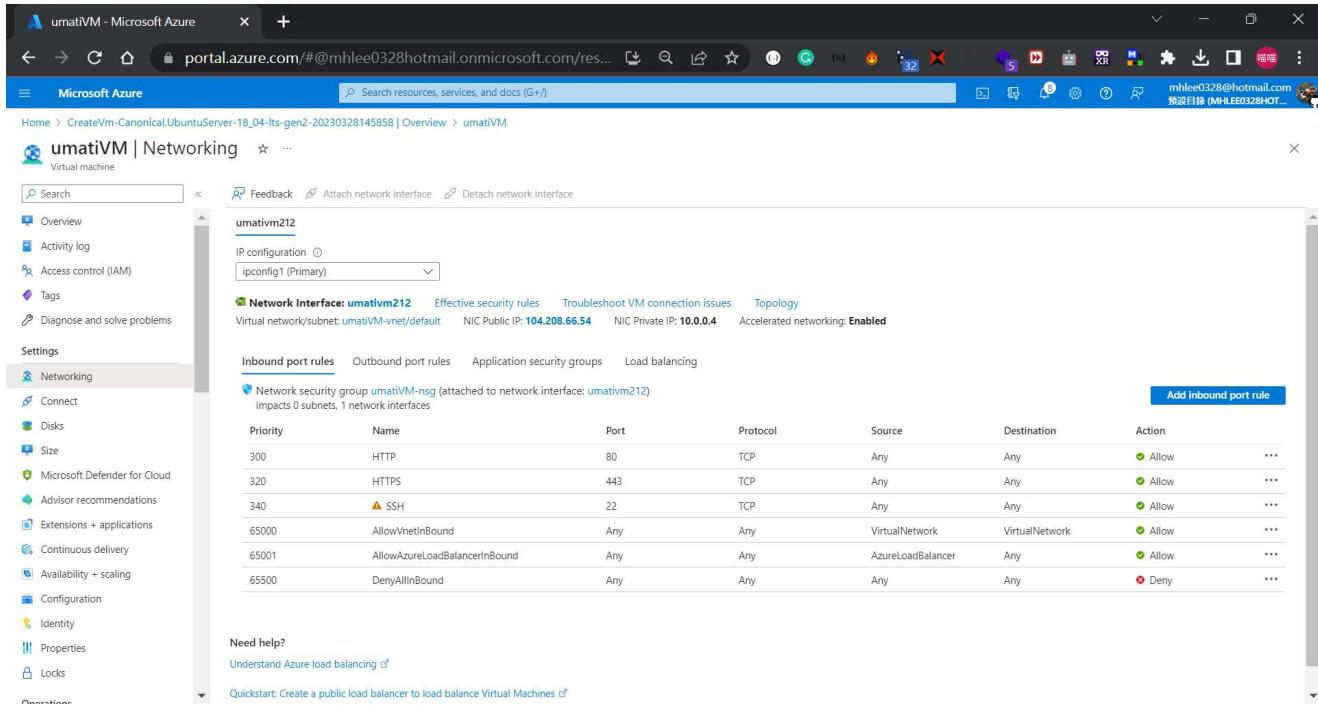


圖 3.9 於 Azure IaaS 層 VM 設定畫面

並搭配開啟 MFA 多重驗證於手機 App 安裝 OPT 認證，掃碼綁定後更容易使用 Azure 雲端多租戶的資源。

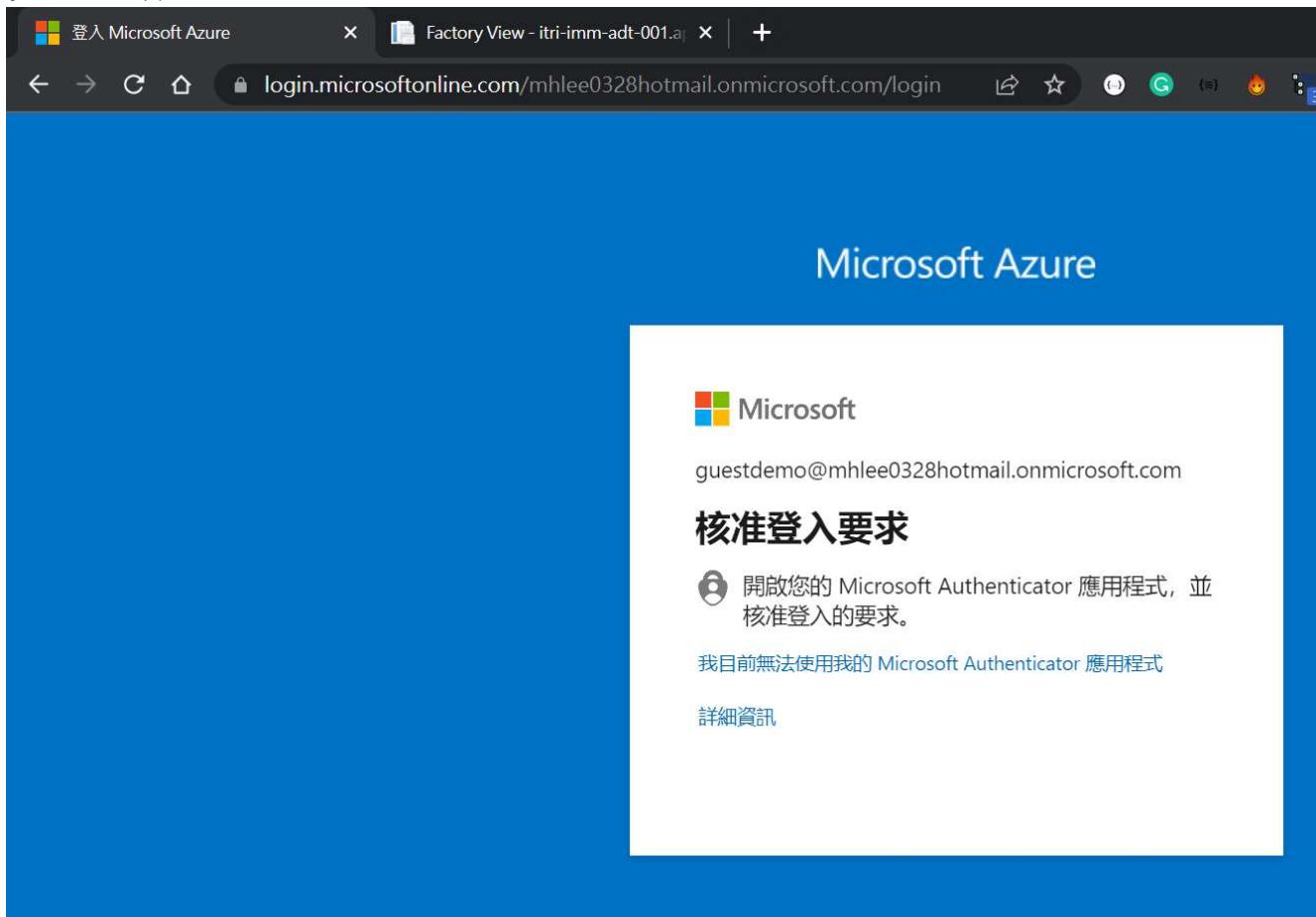


圖 3.10 於手機端 OTP 核准或拒絕登入 MFA 驗證

Deliverable #4

Delivery of Proof of execution :

Documents and sample code to be published at github

本專案 UA-DTDL-ADX 發布網址為 <https://github.com/mhlee0328/UA-DTDL-ADX>

UA-DTDL-ADX 是一個 Containers 虛擬化環境，可以跨平台運作於 Linux、Windows 作業系統，並且容器是輕量級的，讓可以動態建立/擴展/停止。因此可被部署於地端或雲端執行。

- 本地端 localhost 已支持 docker-compose 的環境中
- Azure IaaS 如 VM 的環境中
- Azure PaaS 如 Azure Container Instances, ACI 。AppService 需開啟相關設定，另外本專案有開啟 ContainerVolume，因此 Azure container instance file share Storage 需要事先完成相關設定
- Azure SaaS 如 K8S 的環境中

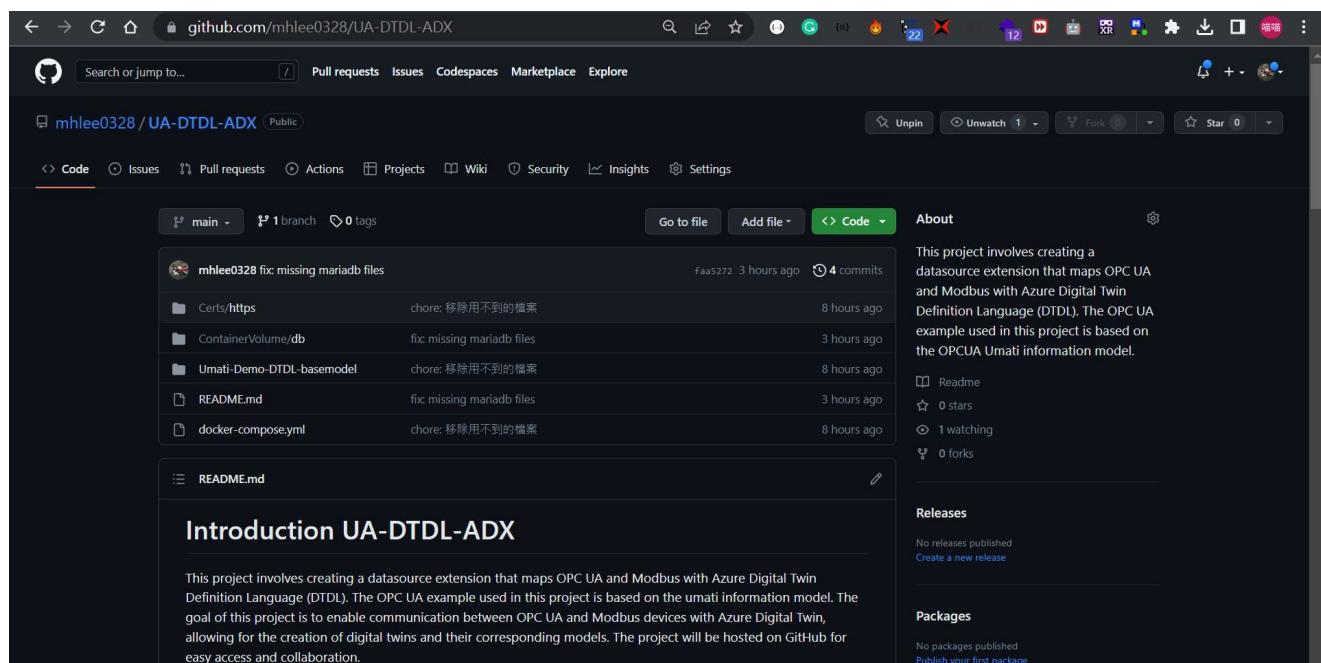


圖 4.1 專案 UA-DTDL-ADX 發布於 github 之網址

使用方式相容於所有 Docker-enabled 的環境

開始執行指令為：

docker-compose up

結束執行指令為：

docker-compose down

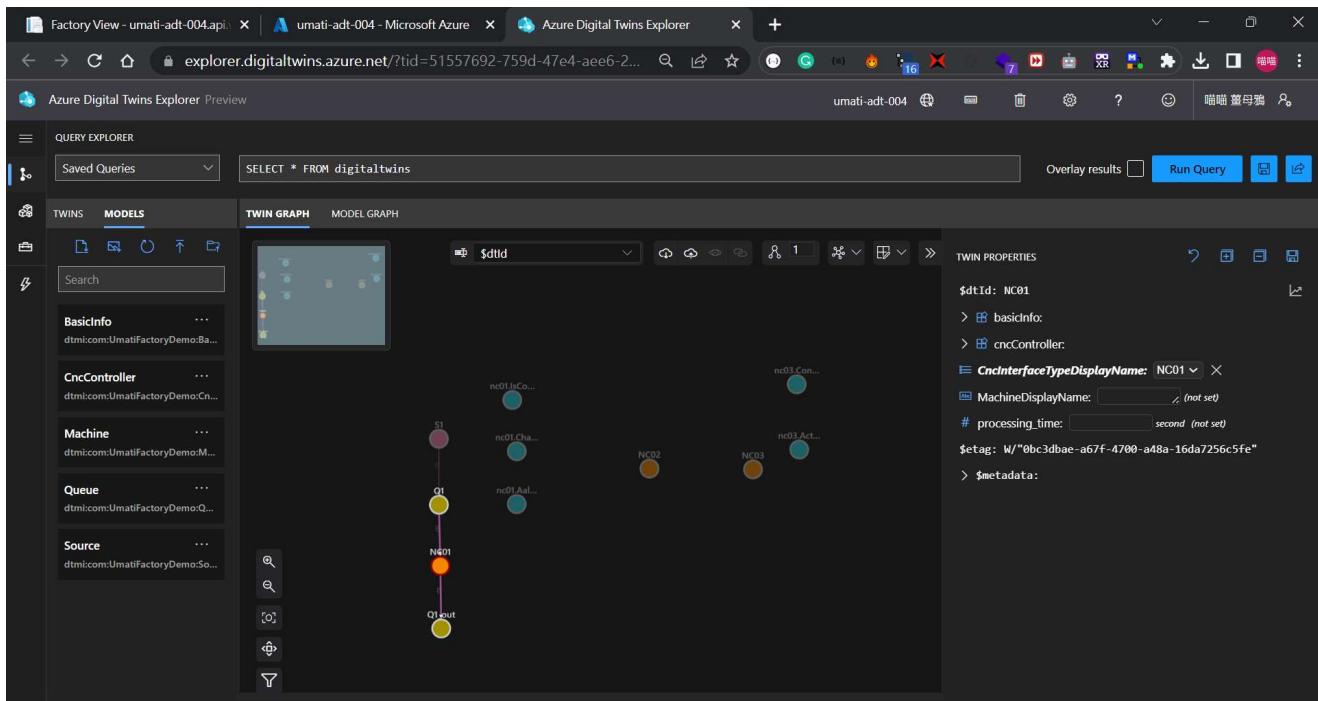


圖 4.2 使用 Umati-Demo-DTDL 畫面 Twins 設定

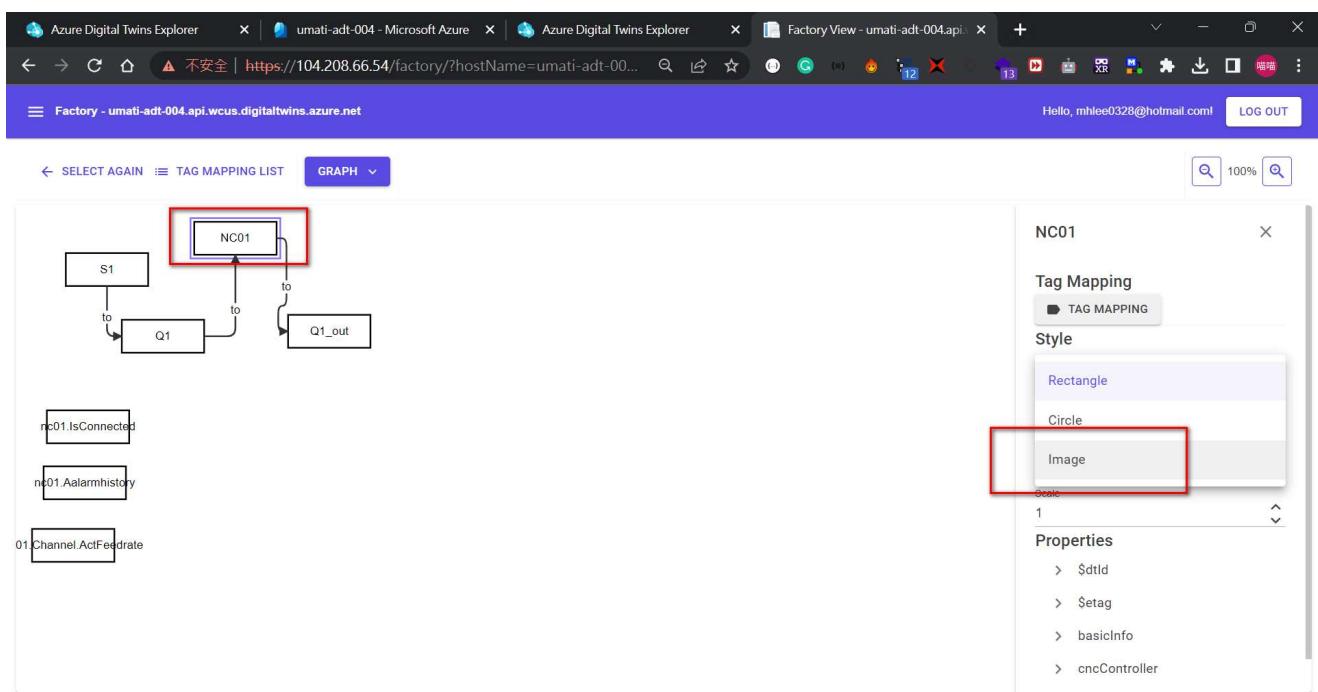


圖 4.3 使用 UA-DTDL-ADX 與 Umati OPC UA 即時畫面

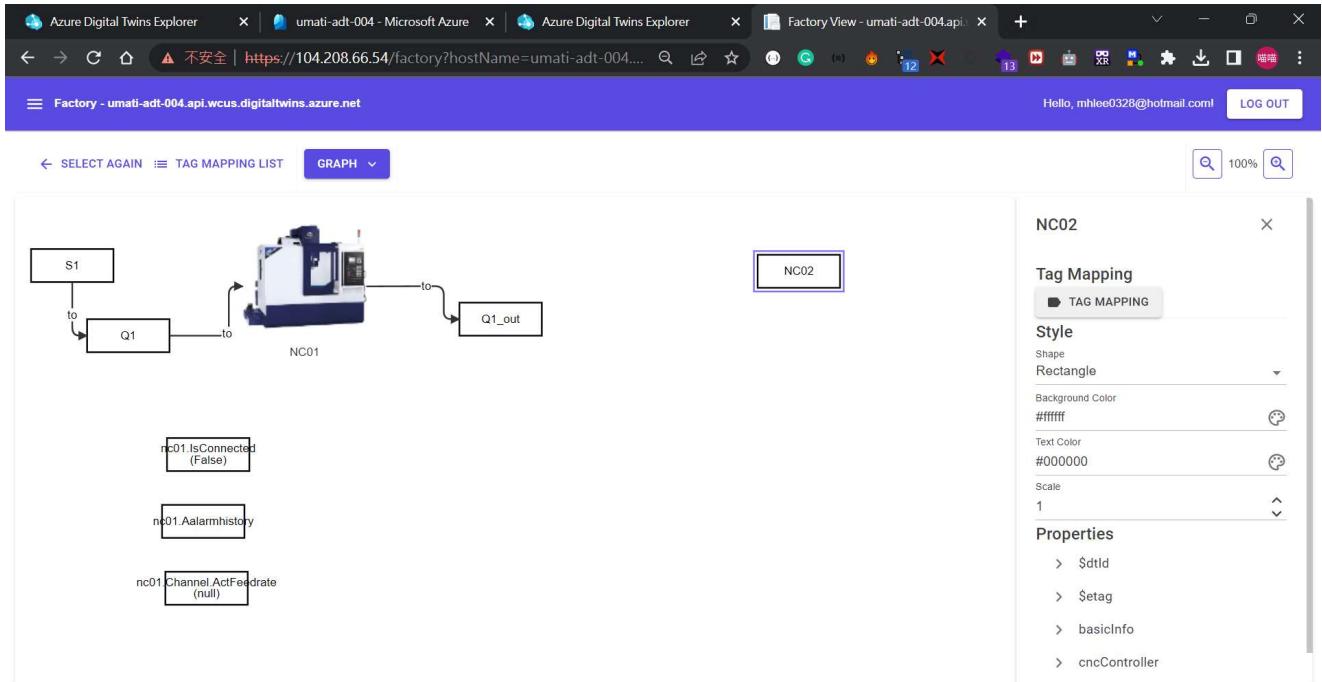


圖 4.4 使用 UA-DTDL-ADX 與 Twins 畫面

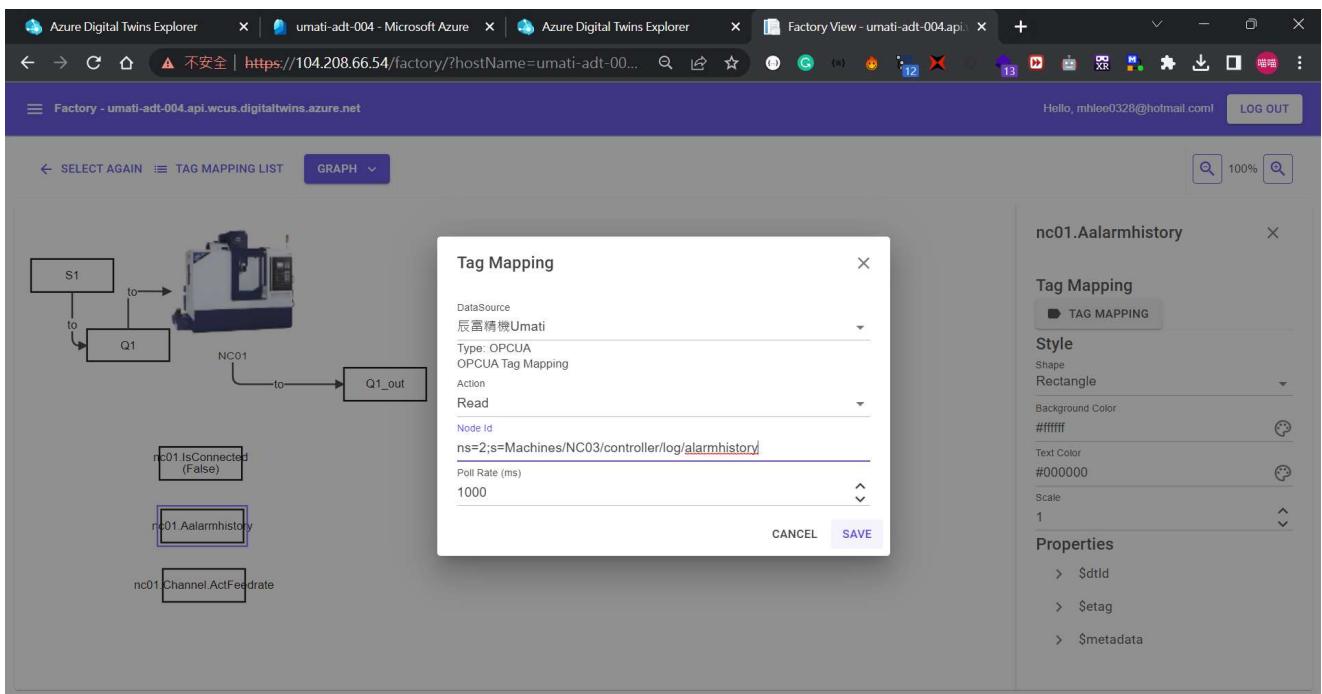


圖 4.5 使用 UA-DTDL-ADX 與 OPC UA 映射資料來源組態

Tag Mapping - umati-adt-004.api.wcus.digitaltwins.azure.net				
BACK TO FACTORY <input checked="" type="checkbox"/> 只顯示未設定 Tag Mapping 的 Node <input type="text" value="Keyword"/> IMPORT EXPORT				
Id	DataSource Type	DataSource Name	Tag Mapping Config	Action
NC01				+
Q1				+
nc01.Alarmhistory				+
S1				+
Q1_out				+
NC02				+

圖 4.6 匯入或匯出 OPC UA 映射資料來源組態設定

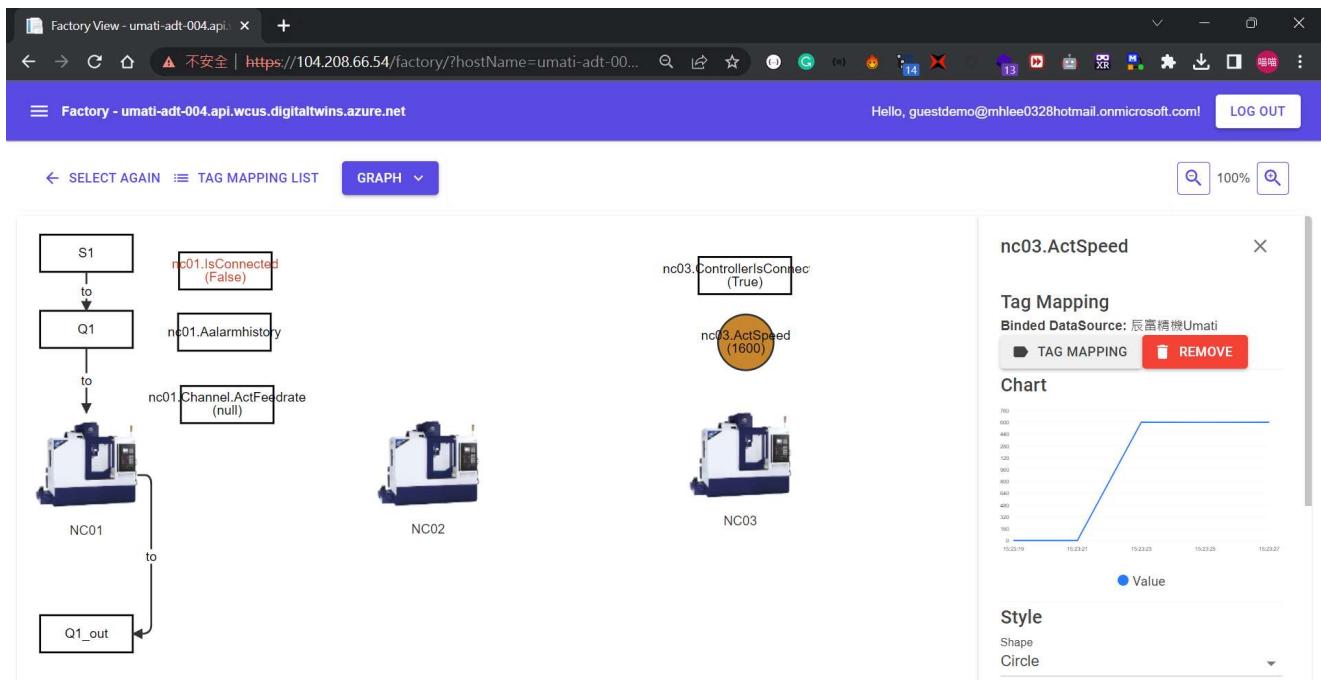


圖 4.7 Umati 資料來源與 Azure DTDL 無代碼平台成果