

出國報告（出國類別：開會）

參加「第 20 屆電子計算機技術應用
於土木與建築工程國際研討會
(ICCCBE 2024)」報告

服務機關：內政部建築研究所

姓名職稱：劉副研究員青峰

派赴國家/地區：加拿大

出國期間：113 年 8 月 23 日至 8 月 31 日

報告日期：113 年 11 月 19 日

目錄

目錄.....	1
表次.....	1
圖次.....	1
摘要.....	1
壹、目的.....	1
貳、過程.....	2
參、會議紀要.....	3
一、會議及主辦單位簡介.....	3
二、會議重要內容概述.....	6
肆、心得及建議.....	33
一、心得.....	33
二、建議.....	34
參考資料.....	36

表次

表 1	參加「第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會(ICCBE 2024)」行程表.....	2
表 2	配置平臺在模組化建築專案中的作用	30
表 3	評估配置平臺於模組化住宅建築的適用性	31

圖次

圖 1	ETS 校園一隅.....	5
圖 2	會場入口	5
圖 3	現實資產和虛擬資產之間的連接：BIM 與 DT.....	7
圖 4	數據與 DT 模型成熟度	8
圖 5	使用 Autodesk Tandem 的 DT 實施工作流程	9
圖 6	遙測實時空氣品質數據流	10
圖 7	排放空氣溫度顯示為單層熱圖	10
圖 8	連結到設備的操作和維護手冊	11
圖 9	連結到樓層的建築樓層平面圖	11
圖 10	基於 BIM 的數位雙生的四層架構.....	13
圖 11	測試案例建築的建築能源資訊	14
圖 12	測試案例建築室內環境的 IoT 資訊	15
圖 13	測試案例建築的物件資訊	15
圖 14	建築資產重新建模的策略	17
圖 15	開發 ETS BIM 範本的行動計畫	17
圖 16	使用展館 D 的現有 Revit 模型開發第一個測試案例專案.....	18
圖 24	使用 ETS BIM 範本從 3D 掃描到 BIM 建模.....	18
圖 18	基於 ifcJSON 的 Web 平臺框架示意圖.....	21
圖 19	基於 ifcJSON 的 Web 平臺的原型.....	22
圖 20	豐富設計案例庫的方法示意圖	23
圖 21	Floorplan2IFC 的作業方法示意圖	24
圖 22	由於主體構件，T 形梁無法拆卸.....	26
圖 23	使用螺栓連接柱子和基礎	26

圖 24	提出的基於 BIM 的可重用性評估演算法.....	28
------	---------------------------	----

摘要

為推動建築產業轉型升級，內政部建築研究所持續規劃建築產業數位轉型相關研究計畫，希望透過建築資訊建模技術讓建築工程從規劃設計就開始走向數位化，並且在建築全生命週期蒐集，共享各階段所產生的大量數據，協助建築從規劃設計、施工、使用到維護管理各階段均能透過電腦模擬輔助，優化工作流程，同時有效的在各階段將資訊予以整合運用，才能真正達到落實建築產業數位轉型之目的。

本次參與第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會 (ICCCBE 2024)，得以蒐集到來自全球各國在 BIM、AI、數位雙生及預製工法等相關研究之文獻，經綜整與本所推動建築產業數位轉型研究業務較為密切相關的研究，包括：AI 生成 BIM 模型、數位雙生平臺的發展、預製工法數位化、ISO 19650 及 OPEN BIM 等，皆能進一步幫助本所了解國外發展現況與趨勢，可做為我國建築產業數位轉型發展之參考，以提升我國創新科技研發能力，在提供民眾安居生活環境的同時，也能帶動建築產業數位轉型與國際接軌。

壹、目的

世界各國人口結構將迅速老化，高齡少子化問題儼然成為全球人口變遷趨勢，並導致種種問題逐漸浮現；同時間，ICT 科技發展迅速，持續創造各項創新規劃理念與對策議題，讓 5G、IoT、AI、大數據等技術的興起的智慧化時代的來臨，進而為人口老化課題提供新的解方。建築產業為因應營建工程人員數量與結構的改變，工程技術人力逐漸短缺，加上更嚴謹的工地安全及環保的要求下，因而追求更精密、品質更優良，以及安全且環保的施工環境，以提高生產率的工法，勢在必行，推動結合 ICT 技術的數位轉型已成為建築產業發展的必要課題之一。

為推動建築產業轉型升級，內政部建築研究所持續規劃建築產業數位轉型相關研究計畫，範圍包含建築資訊建模(BIM)、智慧管理雲平臺、智慧營造等技術面向。希望透過建築資訊建模技術讓建築工程從規劃設計就開始走向數位化，並且在建築全生命週期蒐集，共享各階段所產生的大量數據，協助建築從規劃設計、施工、使用到維護管理各階段均能透過電腦模擬輔助，優化工作流程，同時有效的在各階段將資訊予以整合運用，才能真正達到落實建築產業數位轉型之目的。

2024 年 8 月於加拿大蒙特婁召開之「第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會」，其內容涵括土木與建築工程結合資訊科技的創新發展，透過參加會議可收集國際間營建產業各界運用 BIM 與 AI、IOT、大數據、智慧營造跨域整合與技術創新等議題之發展趨勢與研究方向，以作為本所研訂推動營建產業數位化升級相關研究計畫之借鏡與參考，確保我國建築技術發展符合國際發展趨勢。

貳、過程

本次赴加拿大參加「第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會(ICCBE 2024)」行程自 113 年 8 月 23 日至 8 月 31 日合計 9 天，行程詳如表 1。

表 1 參加「第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會(ICCBE 2024)」行程表

日期	地點	參訪行程
8/23~24	臺灣→加拿大(蒙特婁)	去程
8/25	加拿大(蒙特婁)	參加「第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會」
8/26	加拿大(蒙特婁)	參加「第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會」
8/27	加拿大(蒙特婁)	參加「第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會」
8/28	加拿大(蒙特婁)	參加「第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會」
8/29~31	加拿大(蒙特婁)→臺灣	返程

參、會議紀要

一、會議及主辦單位簡介

(一)關於主辦單位 ISCCBE 學會

國際土木與建築工程計算學會（The International Society for Computing in Civil and Building Engineering, ISCCBE）是土木工程資訊科技領域的學術組織，長年為土木和建築工程學科結合電子計算感興趣的廣泛專業人士和研究人員提供相關的國際合作、協作以及創意和資訊的交流場域。

近年來，BIM 在世界各地的建築、工程和施工（AEC）行業中變得非常流行。其他相關工業部門，如石油和天然氣以及採礦業，也開始對使用 BIM 作為營運和設施管理工具越來越感興趣。然而，由於各國政府策略和政策、商業環境、技術發展、產業文化、教育支持等方面的差異，BIM 的採用情況各不相同。該學會主要目的之一，是促進世界不同國家（或地區）之間就採用 BIM 相關問題進行想法、知識和經驗的共享和交流。透過分享和交流，累積的資訊和知識將為 BIM 研究、教育和產業實踐的國際合作奠定良好的基礎，同時促進 ISCCBE 成員、協會/機構之間在 BIM 研究、教育和產業實踐方面的合作。

(二)第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會 (ICCCBE 2024)

The International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE) 由國際土木與建築工程計算學會（ISCCBE）每兩年舉辦一次，重點關注土木和建築工程中的資訊科技，會議為土木和建築的專業人士和研究人員提供學習、分享和交流這個快節奏領域的最新發展和研究進展的活動場域。

自 1981 年以來，ISCCBE 已在世界各地成功舉辦多屆 ICCCB E 會議，第 20

屆國際會議由 ISCCBE 和加拿大高等技術學院(Ecole de technologie supérieure, ÉTS)於 2024 年 8 月在加拿大蒙特婁舉行。第 21 屆 ICCCBCE 預訂於 2026 年在台北與台灣大學合作舉行。

本次國際研討會徵集論文相當廣泛，包括下列主題，

1. 資產和設施管理、營運和維護
2. 大數據、感測與機器學習
3. 結構工程與材料建模
4. 建築環境監控、控制、分析與設計
5. 資訊建模與數位雙生技術
6. 資訊與通訊技術
7. 專案設計、施工、規劃與管理
8. 現實捕捉技術
9. 韌性和永續的城市和能源系統
10. 機器人、自動化與控制
11. 模擬與過程建模
12. 智慧互聯健康與社區
13. 技術工程教育學
14. 交通與永續城市發展
15. 施工建模和視覺化
16. 水和資源回收

(三)會場簡介

研討會的主要會場位於合辦單位高等工程技術學院 (ÉTS)，該校是位於加拿大魁北克蒙特婁的公共工程學校，成立於 1974 年，校園前身為啤酒廠的所在地，後來被改造為學校，是魁北克大學系統的一部分，主要科系有建築工程、

電氣工程、資訊技術工程、軟體工程、機械工程等。



圖 1 ETS 校園一隅

(資料來源：自行拍攝)



圖 2 會場入口

(資料來源：自行拍攝)

二、會議重要內容概述

本屆研討會研究論文主題廣泛包含土木與建築相關技術應用，在建築領域方面，BIM、數位雙生等技術應用是重要的議題之一，其餘專題演講和論文發表雖均多少與 BIM 主題相關，惟考量本次參與係以建築產業數位轉型為主題，爰擇其中 7 篇相關之重要論文，摘要說明如下：

(一)運用數位雙生於設施和資產管理的智慧決策

簡介

在建築相關產業，儘管 BIM 推動了設計和施工資訊的數位化和集成，但由於 BIM 的數據和資訊是靜態的，因此它在運營和維護（O&M）階段的智慧決策的效用是有限的。因此，對能夠動態優化 BIM 數據和運營數據的技術的需求不斷增長。由於數位化和整合流程的普及，產業對 Digital Twins（數位雙生、DT）的關注度有所增加。透過 DT 可將 BIM 從靜態模型提升為可操作和動態的虛擬模型，並增強設施和資產管理（FAM）功能。

佛羅里達大學 Chady Elias 等人針對校園內學術大樓的 DT 正在進行研究和開發，為 FAM 應用構建相關功能，並期望朝向校園 DT 發展。

從構建 BIM 模型到數位雙生 DT

DT 由 Grieves（2003）首次提出，被定義為物理實體的虛擬空間副本，它從現實資產中獲得的性能數據中動態反映實時行為變化。在 BIM 中，數位資產和現實資產之間存在明顯的分離。但在 DT 中，這種分離通過資產儀表，以及現實和數位元件之間的數據同步而消失（見下圖 3）。

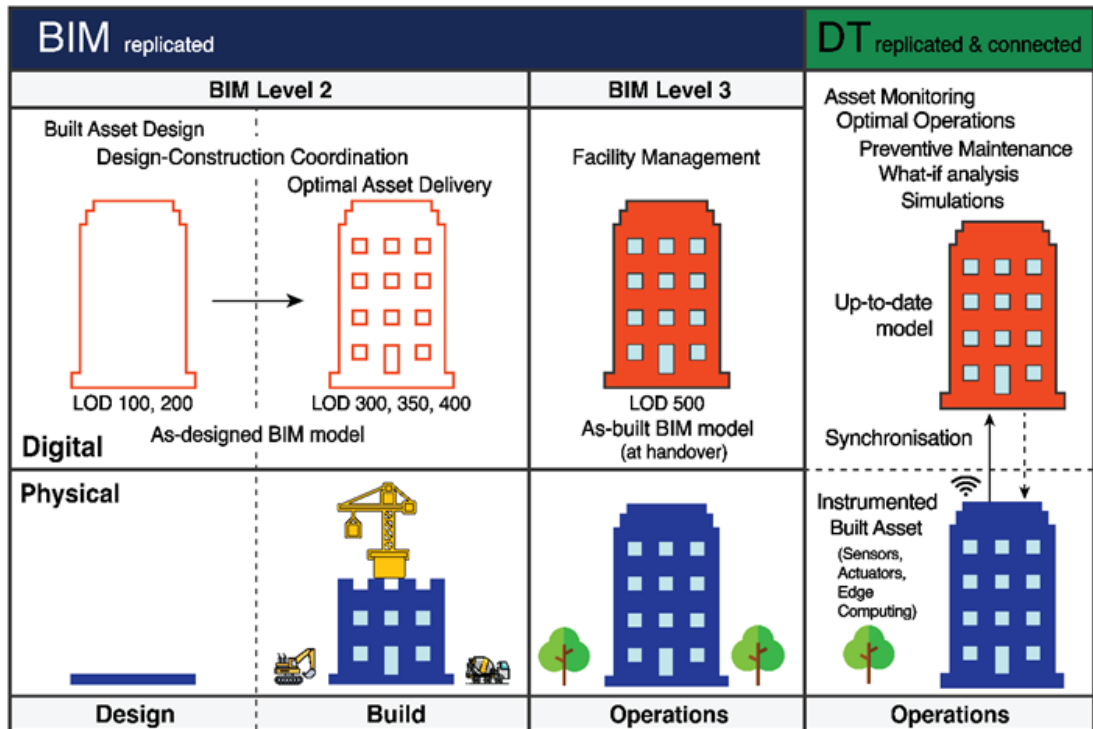


圖 3 現實資產和虛擬資產之間的連接：BIM 與 DT

（資料來源：Chady Elias et al, Digital Twins for Smart Decision Making in Facilities and Asset Management (FAM)）

Autodesk 公司（2023）根據 DT 成熟度級別定義了五種不同類型的 DT，每種類型都提供了其對於 FAM 的潛在應用範圍：描述性、資訊性、預測性、綜合性和自主雙生。在這項研究中，則提出下圖所示的成熟度級別定義，以更符合 FAM 使用，但是，基本概念保持不變：

- 存在雙生（Existence Twin）— 使用即時、可編輯的設計和施工數據（包括 3D 模型和 BIM）構成可視化副本。
- 狀態雙生（Status Twin）— 集成感測器和運營數據，在任何給定時間獲得狀態。
- 運營雙生（Operational Twin）— 擷取即時數據、歷史數據和分析以識別潛在問題。
- 模擬雙生（Simulation Twin）— 利用建模和模擬來構建未來場景以及分析和建議。

- 認知雙生（Cognitive Twin）—通過人工智慧學習和做出決策，同時使用演算法進行模擬和 3D 可視化。

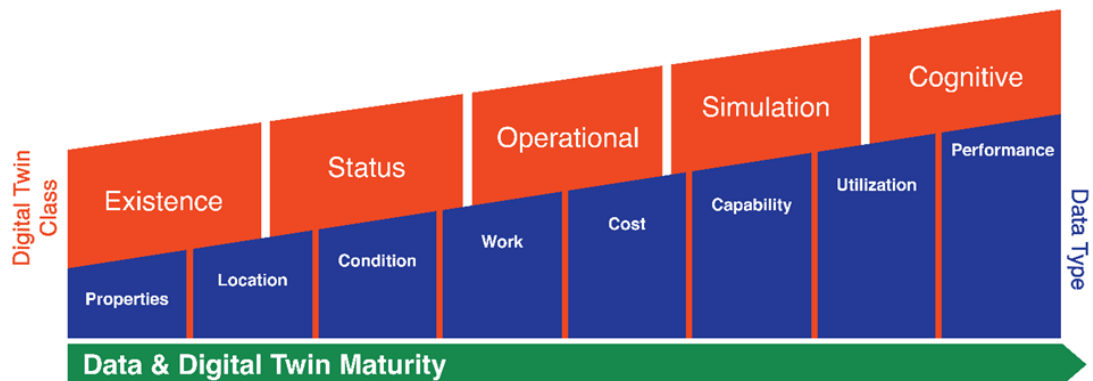


圖 4 數據與 DT 模型成熟度

（資料來源：Chady Elias et al, Digital Twins for Smart Decision Making in Facilities and Asset Management (FAM)）

為開發 DT 或 FAM 應用程式充分準備建築資訊模型是一個關鍵但經常被忽視的步驟，需要儘早啟動。結構良好的 BIM 執行計劃（BEP）和組織級別的標準分類法有助於 BIM 與 FAM 系統的整合。DT 和不同系統之間的雙向數據流需要添加相關的資產資訊和參數，並根據電腦化維修管理系統(Computerized Maintenance Management System, CMMS)的特定數據結構要求進行定製。

構建數位雙生—佛羅里達大學學術教室和辦公樓

Autodesk Tandem 被選為用以執行佛羅里達大學建築的 FAM DT 測試案例研究計劃，因為它具有可訪問的使用者介面，並且能夠通過一個集成的資訊流無縫集成多個不同的 FAM 數據網路。總體目標是為不同的 FAM 應用程式（例如資產健康監控、空間品質、文檔管理和工單管理）提供同質化的 O&M 數據。創建 DT 的實施工作流程如下圖 5 所示，由四個主要元件組成：BIM 平臺、DT 平臺、建築自動化系統（BAS）和文檔管理系統（DMS）。

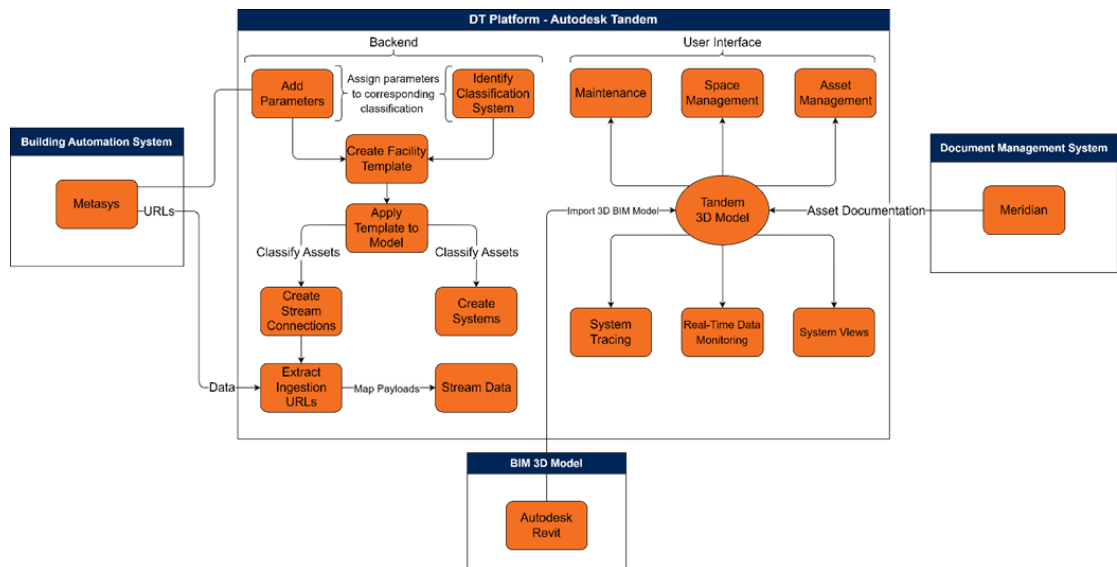


圖 5 使用 Autodesk Tandem 的 DT 實施工作流程

(資料來源：Chady Elias et al, Digital Twins for Smart Decision Making in Facilities and Asset Management (FAM))

BIM 平臺一導出到 DT 的 BIM 數據基於 Autodesk Revit 的建築竣工模型。大多數機械、電氣、管道和消防 (MEPF) 設備都按照 Omniclass 標準進行正確分類。在 DT 平臺上將 FM 任務所需的語義數據添加到模型中，以最大限度地減少 Revit 模型內部的工作。

DT 平臺一用於此研究的 DT 平臺是 Autodesk Tandem。Tandem 中的 DT 是基於包含分類系統的設施範本構建的。這項研究使用佛羅里達大學設施使用 Omniclass 分類系統。感測器的數據流是從 BAS 中提取，並作為參數合併到 Tandem 中。BIM 數據中的 Omniclass 編號使每台設備都有其相應的參數，並在 BAS 中受到監控和跟蹤。Revit 模型中包含的幾何和非幾何數據將導入到 DT 介面，與設備相關的語義數據可以與其他參數 (例如保修日期、型號等) 進行映射。

建築自動化系統 (BAS) — 江森自控的 Metasys 是用於測試案例建築的 BAS，數據以基本的 JSON 格式接收，圖 6、圖 7 顯示了以 15 分鐘為間隔測量的圖表中顯示的排放空氣壓力、排放空氣溫度、排放空氣濕度、排放空氣溫

度、返回空氣二氧化碳和返回空氣壓力的實時數據流示例。

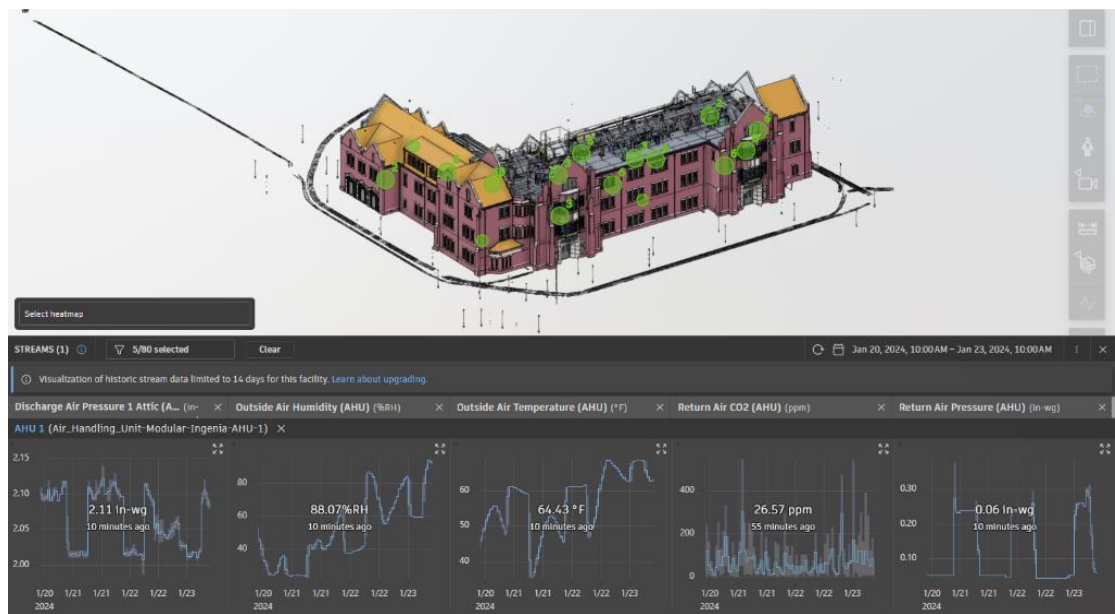


圖 6 遙測實時空氣品質數據流

(資料來源：Chady Elias et al, Digital Twins for Smart Decision Making in Facilities and Asset Management (FAM))



圖 7 排放空氣溫度顯示為單層熱圖

(資料來源：Chady Elias et al, Digital Twins for Smart Decision Making in Facilities and Asset Management (FAM))

文件管理系統 (DMS) — 用於測試案例建築的 DMS 是 Meridian，這是一個

集中式儲存庫，用於存儲與功能位置、設備和施工計劃相關的資產相關文檔。

DMS 納入設備標識碼的數據包括 O&M 手冊和平面圖（見圖 7、圖 8）。

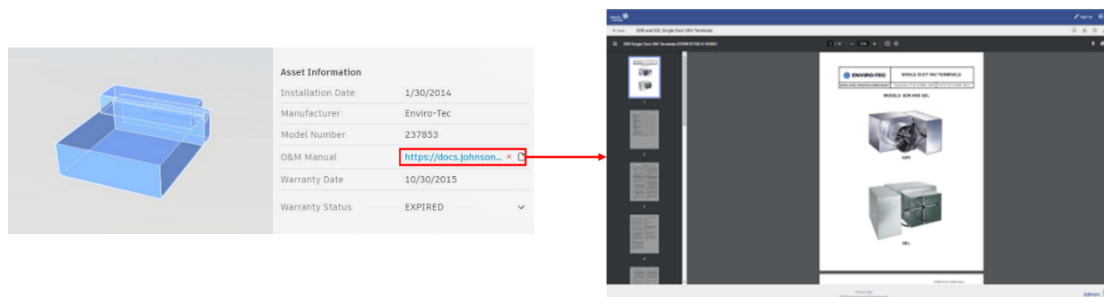


圖 8 連結到設備的操作和維護手冊

（資料來源：Chady Elias et al, Digital Twins for Smart Decision Making in Facilities and Asset Management (FAM)）

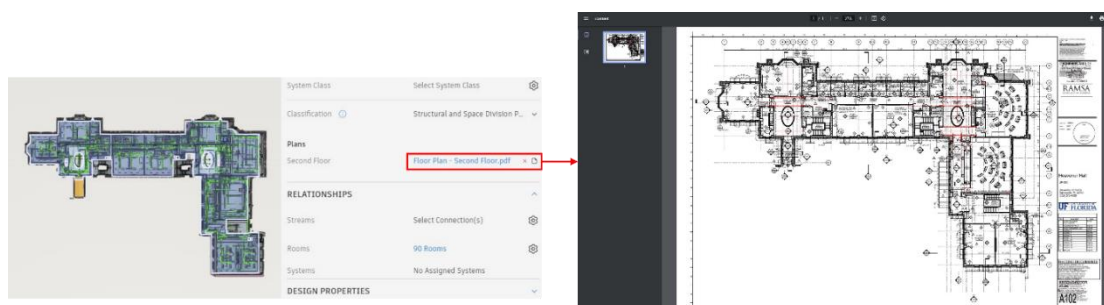


圖 9 連結到樓層的建築樓層平面圖

（資料來源：Chady Elias et al, Digital Twins for Smart Decision Making in Facilities and Asset Management (FAM)）

結論

測試案例建築展示 DT 在將靜態 BIM 數據轉換為 FAM 應用程式的動態和操作模型方面的潛力。DT 能力受所用平臺上提供的功能的限制，將這項研究中的 DT 限制在「狀態」級別，並沒有認知能力。且這項研究還缺乏 BIM 轉換到 DT 的明確評估指標。未來期望將在校園環境中更大規模地實施該範本，並包括現有、新建和改造的建築。擴展範圍旨在完善 BIM 可交付成果的資訊要求，從而實現更簡化和高效的 DT 開發流程。

(二)基於 BIM 和智慧感測器的數位雙生平臺—國立臺灣大學案例 研究

簡介

數位雙生（DT）是航空航太業在 1970 年代提出的一個概念，用於提高成功率、降低生產和運營費用並延長其產品的使用壽命。DT 在 AEC-FM 行業也受到了廣泛關注，而 BIM 作為一項強大的技術出現，正可以提高建築 DT 的構建效率。但如何構建和利用基於 BIM 模型的 DT 來更好地打造和運營建築環境，仍然需要大量探索。國立臺灣大學土木工程系 Yun-Tsui Chang 等人之本項研究旨在利用 BIM 建造 DT，以大學校園為研究場域，打造更永續的建築環境。

用於大學建築的數位雙生

大多數為大學校園和建築物開發的 DT 都是為了提供更健康和綠色的建築環境，因此經常收集與室外和室內環境品質、佔用率和電能表相關的數據。儘管如此，目前很少有 DT 現出雙向資訊流，以實現建築自動化和 DT 的最終水準。

這項研究使用四層架構開發 DT 平臺，如圖 10 所示，包括資料採集層、資料整合層、資料視覺化層和支援 DT 的應用程式層。

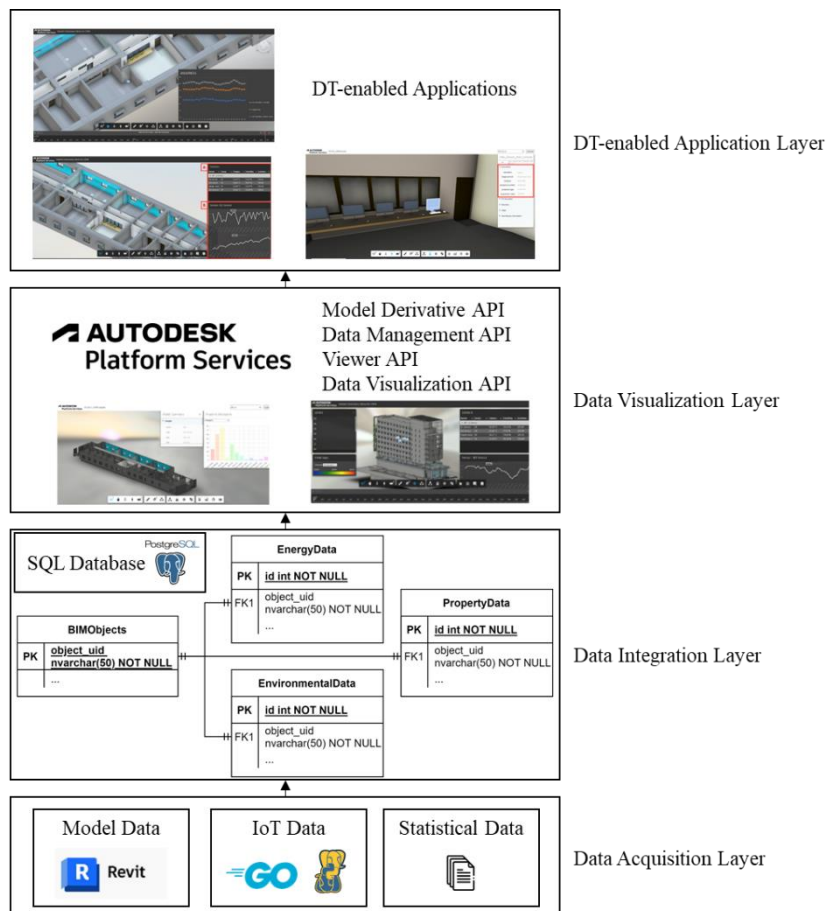


圖 10 基於 BIM 的數位雙生的四層架構

(資料來源：Yun-Tsui Chang et al, A Digital Twin Platform Based on Building Information Models and Smart Sensors for a Net Zero Energy, Circular and WELL Campus- A Case Study of National Taiwan University)

資料採集層負責收集所有需要的數據，包括 IoT 數據、資產數據和模型資料。收集的 IoT 數據包括能耗、室內溫度、室內濕度和室內亮度。另從總務處收集物業管理數據，包括物業編號、物業類型、收購日期、有效期、位置和託管人。對於模型數據，則使用 Autodesk Revit 構建案例的 3D BIM 模型，並從 BIM 模型中檢索資訊，包括感測器/屬性唯一物件 ID、房間 ID 和座標點。

資料整合層負責連結 IoT 數據、資產數據和模型數據，然後存儲在 PostgreSQL 資料庫中。資料庫中有 BIMObjects、EnergyData、EnvironmentalData 和 PropertyData 四個數據表。這些數據表通過唯一的物件 ID 進行連結。用戶可以半自動地從 BIM 模型中檢索資訊並將其存儲在 BIM Objects 數據表中。IoT 數

據自動儲存在 EnergyData 和 EnvironmentalData 數據表中。物業管理的統計數據手動儲存在 PropertyData 資料表中。

數據可視化層負責向用戶展示可視化數據。這項研究使用 Autodesk Platform Services (APS) 開發 DT 平臺，這是一個基於雲端的開發人員平臺，其中包含許多來自 Autodesk 的 API，如 Model Derivative API 可從 BIM 模型中提取數據，然後將其上傳到雲端。另外，數據管理 API 可用來管理上傳到雲端的數據。使用 Viewer API 則可在 Web 瀏覽器中可視化 3D BIM 模型。

支援 DT 的應用層負責根據不同的場景對應用進行模組化。本研究有三個應用，包括建築能耗管理、室內環境品質管理和物業管理。

建築能源資訊

這項研究在 APS 網頁上顯示了測試案例建築內不同空間能源使用狀態。能源資訊通過安裝在測試案例建築中的智慧電錶收集並存儲在資料庫中。然後，能源數據通過數據可視化技術顯示在網頁上。

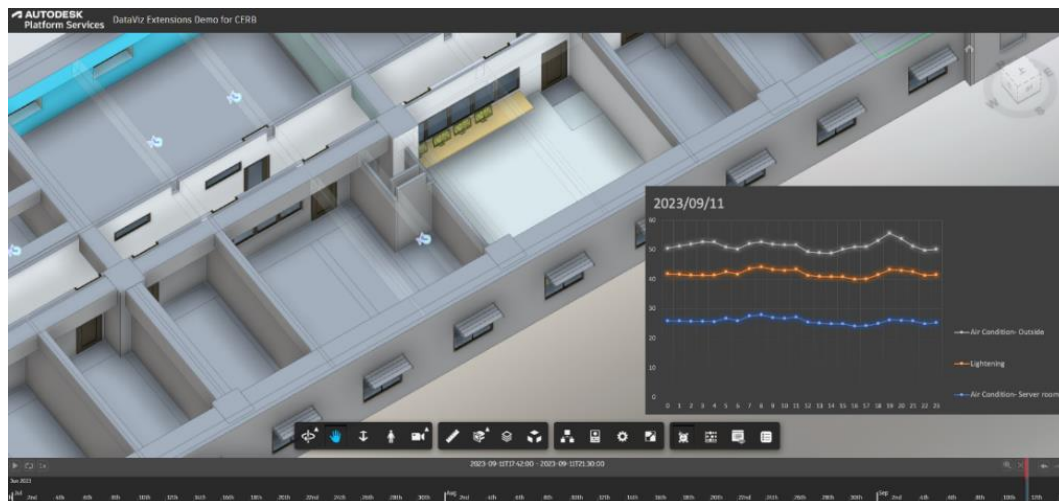


圖 11 測試案例建築的建築能源資訊

(資料來源：Yun-Tsui Chang et al, A Digital Twin Platform Based on Building Information Models and Smart Sensors for a Net Zero Energy, Circular and WELL Campus- A Case Study of National Taiwan University)

室內環境資訊

研究利用放置在測試案例建築內各個房間的物聯網感測器來收集環境數據，例如溫度、濕度和亮度。

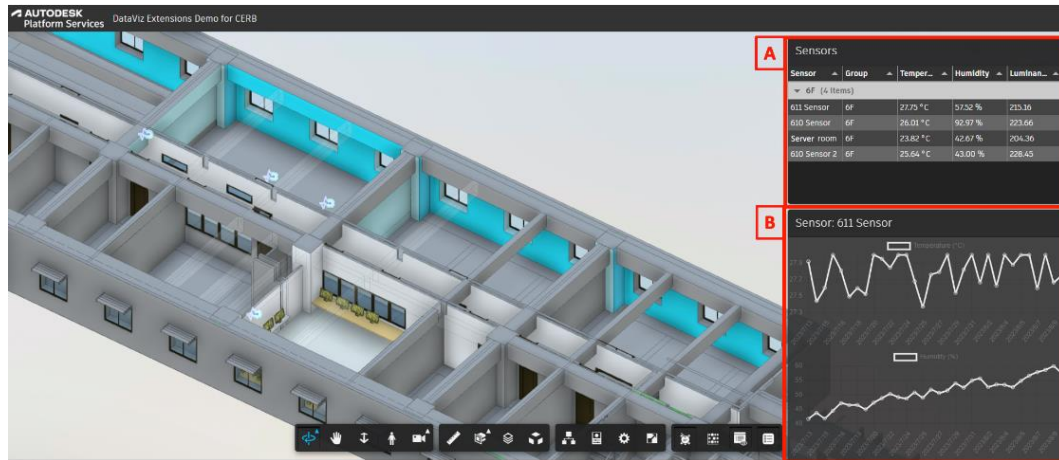


圖 12 測試案例建築室內環境的 IoT 資訊

(資料來源：Yun-Tsui Chang et al, A Digital Twin Platform Based on Building Information Models and Smart Sensors for a Net Zero Energy, Circular and WELL Campus- A Case Study of National Taiwan University)

建築物件資訊

所開發的平臺能夠呈現 BIM 模型中單個物件的產品資訊。此功能可幫助使用者更高效地管理物件，包括物件生命週期、位置、保管人等詳細資訊。



圖 13 測試案例建築的物件資訊

(資料來源：Yun-Tsui Chang et al, A Digital Twin Platform Based on Building Information Models and Smart Sensors for a Net Zero Energy, Circular and WELL

結論

研究提出基於 BIM 的數位雙生的四層架構，以協助包括建築能耗管理、室內環境品質管理和物業管理在內的應用。原型 DT 平臺在當前階段更側重於感測器數據和 BIM 模型的可視化。未來的發展方向可能包括空間的色彩規劃、人工智慧演算法對感測器的自動控制，以及應用於園區內不同類型的建築。此外，亦將探索如何使用不同的位置追蹤技術並將其整合到 DT 平臺中，以更有效管理，以促進校園內的建築材料和產品流通。最後，未來將研究如何將現有的基於 GIS 的 DT 平臺與這項研究基於 BIM 的 DT 平臺集成在一起。

(三)對既有建築資產重建 BIM 模，以改進和優化資產管理

簡介

管理建築資產的傳統方法往往無法捕捉資產的動態和多面性質，從而導致資訊差距、無法最優化資產利用率。而為建築資產重建 BIM 模將可為彌合這些差距提供機會，提供更全面、更準確的資產表示方式，從而推動改善管理效益。此外，BIM、物聯網感測器和資產資訊模型 (AIM) 等先進技術的集成，更可提高資產資訊的品質和可訪問性，從而進一步推動了資產管理實踐的效率和改進。Amine Souilah 等人的這項研究旨在瞭解經過重新建模的資產資訊，將如何改變資產管理實踐，提高工作效率與品質。並評估當前重建 BIM 模的有效性，同時制定穩健的重新建模策略，為實際問題解決和理論進步提供結構化框架。

研究過程

研究配合 ÉTS-Montréal 校方的建築資產改造策略，包括將 BIM 集成到 ÉTS 的資產管理實務中，並利用 IoT 感測器進行實時監控，將數據整合到集中式資產資訊模型 (AIM) 中，以提高資產性能、數據品質和專案工作流程效率的必

要性。

其中，對於校園內既有建築資產重建 BIM 模的策略側重於通過幾個關鍵步驟優化性能和提高數據品質。建模策略從全面的數據盤點和驗證開始，然後分析和確定資訊差距的優先順序，並持續改進和調整，以便在整個生命週期中實現資產價值最大化。

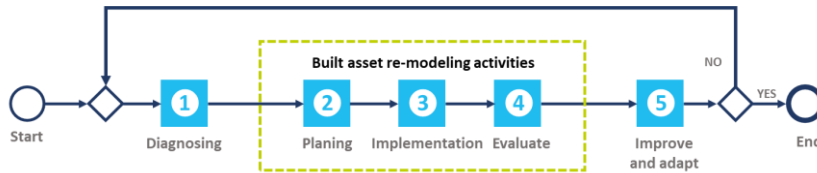


圖 14 建築資產重新建模的策略

（資料來源：Amine Souilah et al, Re-modeling of built asset information to improve and optimize asset management）

ÉTS 對 BIM 的採用始於 BIM 範本的開發，該範本經過精心設計，以滿足機構的獨特要求和運營標準。目標是創建一個預先設計和結構化的 BIM 範本，作為建模、管理和集成 BIM 數據的綜合參考。

第 1 階段：診斷過程

初始階段包括對現有資產管理實務的全面診斷，並對 ÉTS 資產管理的具體要求進行了細緻的評估，以確定與圖形標準、建模策略和共用參數相關的需求，以制定詳細的行動計劃來指導 BIM 範本的開發。

WB3 Action	Projeté	Validé	Implication	Début	Fin	Avancé	Progression	jours de travail
1 Gabarits Revit du FETS							42%	12
1.1 Standards intégrés	Évalué			jeu 6/12/23	ven 6/12/23		42%	8
1.1.1 Informations sur le projet	Moyenne			jeu 6/12/23	jeu 6/12/23		100%	1
1.1.2 Organisation de l'arborescence du projet	Moyenne			jeu 6/12/23	jeu 6/12/23		100%	1
1.1.3 Unités et polices	Moyenne			jeu 6/12/23	jeu 6/12/23		100%	1
1.1.4 Point de base du projet et point de topographie	Faible			jeu 6/12/23	jeu 6/12/23		0%	1
1.1.5 Paramètres du projet	Moyenne			jeu 6/12/23	jeu 6/12/23		0%	1
1.1.6 Positionnement partagé	Moyenne			jeu 6/12/23	ven 6/12/23		0%	2
1.1.7 Paramètres partagés	Faible			jeu 6/12/23	ven 6/12/23		0%	3
1.2 Standards graphiques	Évalué			jeu 6/12/23	ven 6/24/23		89%	12
1.2.1 Styles d'objet	Moyenne			jeu 6/12/23	ven 6/19/23		100%	2
1.2.2 Styles de lignes	Moyenne			jeu 6/12/23	ven 6/19/23		100%	2
1.2.3 Épaisseurs des lignes	Moyenne			jeu 6/12/23	ven 6/19/23		100%	2
1.2.4 Mises de lignes	Moyenne			jeu 6/12/23	ven 6/19/23		100%	2
1.2.5 Styles de texte	Moyenne			jeu 6/12/23	ven 6/19/23		100%	2
1.2.6 Mises de remplissage	Faible			jeu 6/12/23	ven 6/19/23		100%	2
1.2.7 Matériaux	Faible			jeu 6/12/23	jeu 6/19/23		0%	1

圖 15 開發 ETS BIM 範本的行動計畫

（資料來源：Amine Souilah et al, Re-modeling of built asset information to improve and optimize asset management）

第 2 階段：創建 BIM 範本、測試和驗證

創建 BIM 範本的第一步是將理論框架和標準封裝到一個實用、可用的範本中。經過一系列嚴格的測試，以確保其符合預定義的標準可在不同場景中一致地運行，並根據行業標準對範本進行評估，以驗證其準確性和可靠性。

第 3 階段：在測試案例項目中實施

BIM 範本被應用於測試案例中，以評估其在真實條件下的相關性和有效性。利用測試案例的現有 Revit 模型為基礎，計劃開發特定給維管用的 BIM 模型。這項工作突顯了從工程專案從起點就建立起精確需求和優化數據集成流程的重要性，這包括描述明確的目標、期望，並定義專案生命週期各個階段所需的適當詳細程度。

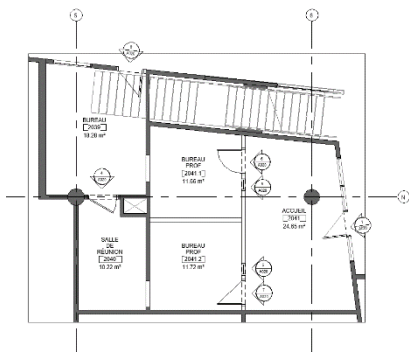


圖 16 使用展館 D 的現有 Revit 模型開發第一個測試案例專案

(資料來源：Amine Souilah et al, Re-modeling of built asset information to improve and optimize asset management)

第二個測試案例項目利用尖端 3D 掃描技術的方法捕捉現有空間的複雜細節，以便能夠在 Revit 軟體中創建高度準確和詳細的模型。

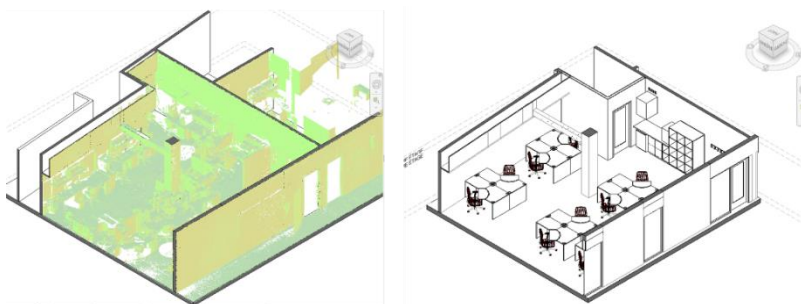


圖 17 使用 ETS BIM 範本從 3D 掃描到 BIM 建模

(資料來源：Amine Souilah et al, Re-modeling of built asset information to improve and optimize asset management)

訂製範本是整個專案生命週期中的關鍵階段成果，將簡化設計流程，以及生成準確圖紙所需的時間和精力。此外，範本的標準化最大限度地減少錯誤和差異，有助於提高整體品質。這種方法強調靈活而標準化的範本在有效管理複雜專案方面的重要性。

結論

建築環境中的資產管理是一個充滿機遇和挑戰的動態領域，而建築資產的多樣性和跨組織使用的不同數據管理系統加劇了標準化數據的複雜性問題。這項研究通過開發量身訂製的 BIM 範本來標準化和強化資產管理實踐。從全面的研究和需求評估開始，該範本經過精心設計，以符合行業標準和 ÉTS 的具體要求。嚴格的測試和驗證可確保其可靠性，並在部署到測試案例專案之前遵守品質基準。此外，對組織變革的抵制會對研究成果產生不利影響，因此需要整合創新技術和工作流程修改，以有效地實現資產資訊管理的現代化。

(四)基於 ifcJSON 的數位孿生平臺框架

簡介

美國倫斯勒理工學院建築學院 Jihoon Chung 等人提出，BIM 和物聯網感測器的集成已成未來趨勢，可以解決 FM 產業數位雙生應用中靜態 BIM 數據的局限性；然而，儘管在提高設施管理效率方面具有巨大潛力，BIM 和 IoT 之間的互操作性問題是阻礙利益相關者採用 DT 的主要技術障礙之一。

為了應對這些技術障礙，這項研究旨在通過集成 BIM、IoT 和 Web 技術，為建築監控系統提出一個可推廣且基於 Web 的框架。以提高數位雙生的互操作性和數據處理效率，並在大學實驗室中使用 50 多個感測器進行測試案例。

BIM 模型開放格式 IFC 架構的數據序列化課題

數位雙生平臺從物聯網感測器導入實時數據並將其 BIM 模型上可視化，以即時管理室內環境條件或能源消耗，提高不同利益相關者的可訪問性。然而，這些系統仍然存在以下限制：

- 1) 對高效數據傳輸方法的考慮不足
- 2) BIM 數據的數據序列化效率低下
- 3) 由於與其他領域不同資訊系統的互操作性有限，模型缺乏可擴充性

BIM 的開放數據格式 IFC 旨在統一表示建築數據，並促進其在建築物的整個生命週期內在利益相關者之間無縫共用，但其複雜性卻阻礙了系統要部分讀取模型的效能。序列化（serialization）是指將資料結構或對象轉換為一個格式，可以透過網路傳輸到另一個系統環境。為了解決 FM 領域現有 IFC 數據序列化和 BIM 模型的局限性，這項研究提出一個框架，該框架將基於 ifcJSON 的 BIM 模型、物聯網感測器等數據整合到建築監控系統中。該框架包括感測器層、網路層、數據層和應用層四層，如圖 18，旨在實現以下目標：

- 1) 提供多種無線協議選項，適用於多種場景的伺服器
- 2) 通過合併 ifcJSON 格式，提高 BIM 模型在 Web 上的數據處理效率

3) 通過將物件關係嵌入 ifcJSON 格式來增強表示 BIM 模型內含的語義

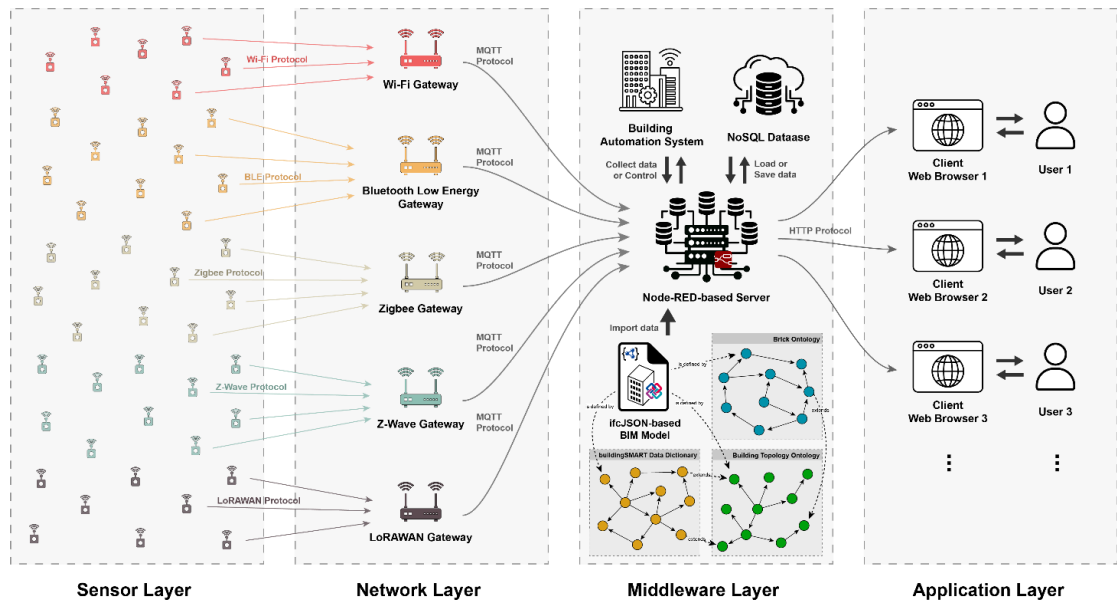


圖 18 基於 ifcJSON 的 Web 平臺框架示意圖

(資料來源：Jihoon Chung et al, A Framework of ifcJSON-based Digital Twin Platform for Monitoring Building Environment using BIM, IoT, and Semantic Web Technologies)

為證明該框架的有效性，此研究開發基於 ifcJSON 的 Web 平臺的原型，採用 BuildingSMART International 的 ifcJSON 團隊開發的 ifcJSON 轉換器並利用 BIM 模型、物聯網感測器和現有本體在大學實驗室進行測試案例。該 Web 平臺使用圖表和 3D 幾何圖形呈現即時感測器數據。例如，溫度和濕度數據是在儀錶圖和折線圖中可視化，而辦公桌佔用率和開窗數據是通過使用橙色或粉紅色等不同顏色來描繪。



圖 19 基於 ifcJSON 的 Web 平臺的原型

(資料來源：Jihoon Chung et al, A Framework of ifcJSON-based Digital Twin Platform for Monitoring Building Environment using BIM, IoT, and Semantic Web Technologies)

結論

這項研究提出一個基於 ifcJSON 的框架 Web 平臺，旨在通過集成 BIM、IoT 和語義 Web 技術來監控建築環境，提高數位雙生數據處理的互操作性和效率。擬議的框架包括四個關鍵層：感測器層、網路層、中間件層和應用層。在網路層中，建議考慮不同的通訊協定選項，以促進感測器數據到伺服器的高效傳輸，同時考慮到功率和處理能力有限的受限 IoT 設備。在中間件層，建議採用 ifcJSON 格式的鏈接數據，以提高 BIM 模型的數據解析效率和語義資訊。並在大學實驗室進行測試案例，驗證生成的鏈接數據是否允許 Web 平臺將建築資訊與即時數據無縫聯合起來，而無需額外的預先處理。研究結果為使用 BIM、IoT 和語義 Web 技術開發可推廣且可擴展的建築監控系統奠定了基礎。

(五) 評估豐富設計決策的案例庫的方法

簡介

建築師在設計時若有一結合人工智慧的案例資料庫，可以提取特定建築元

素或整個結構的相似性搜尋案例，與未來專案的設計要求進行比對，以個人化和省時的方式生成建築設計和概念，則可事半功倍。

德國魯爾大學土木與環境工程系 Daniel Napps 等人研究的目的是在上述前提下，思考如何高效收集一個包含足夠數據的案例庫，以生成針對類似問題的建議解決方案，研究提出生成、收集這些數據案例的方法。這項研究目的在於解決 AEC 行業的數據可用性問題，避免花費大量的時間精力，尤其是建築模型和數據。

案例庫的內容與用途

在早期設計階段，需要透過將專案需求參數化與案例庫中存儲的現有設計進行比較。為了確保這個複雜的過程盡可能有效率，並確保相關的數據案例得到有效的管理和訪問，BIM 建築模型將導出為 IFC 檔，包含建築物的所有幾何和語義資訊，並存儲在案例庫中。再利用人工智慧深度學習（DL）、神經網路（NN）用於識別 BIM 物件或從數據中提取一系列特徵，以便進行比較。

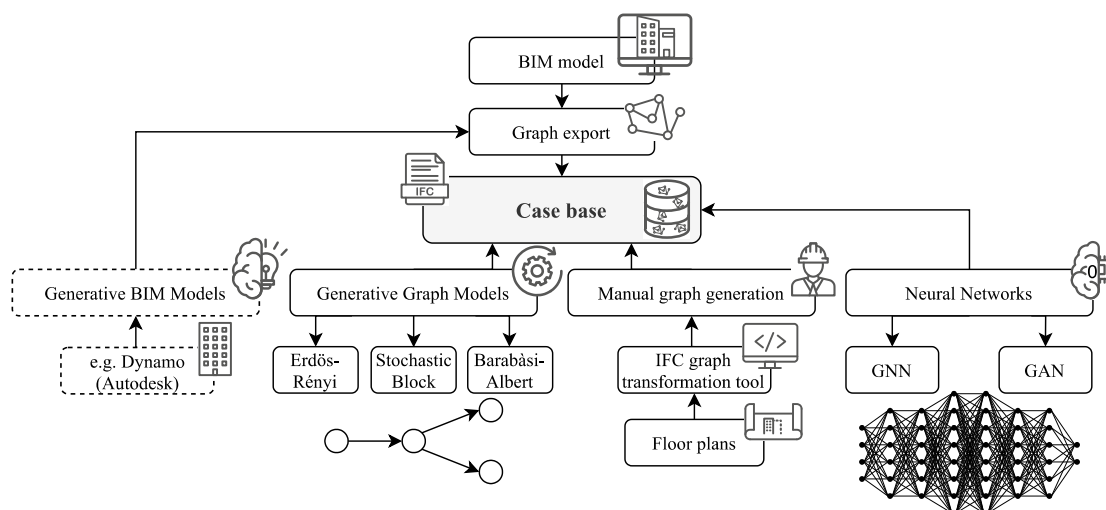


圖 20 豐富設計案例庫的方法示意圖

（資料來源：Daniel Napps et al, Assessment of Approaches to Enrich a Case Base for Design Decision）

生成案例的方法 1- Floorplan2IFC

從現有的建築平面圖以 Floorplan2IFC 方式的人工作業轉換為模型的方法，

從而豐富了案例基礎。Floorplan2IFC 轉換平面圖為 IFC 圖形主要有以下六個步驟：

- 1) 擷取可見的建築元件（幾何和語義）
- 2) 擷取建築元件之間的關係
- 3) 幾何和語義資訊假設的傳遞（例如，標準牆高）
- 4) 將建築元件和關係傳輸到相應的 IFC 等效項
- 5) 匯出並儲存到圖形資料庫中

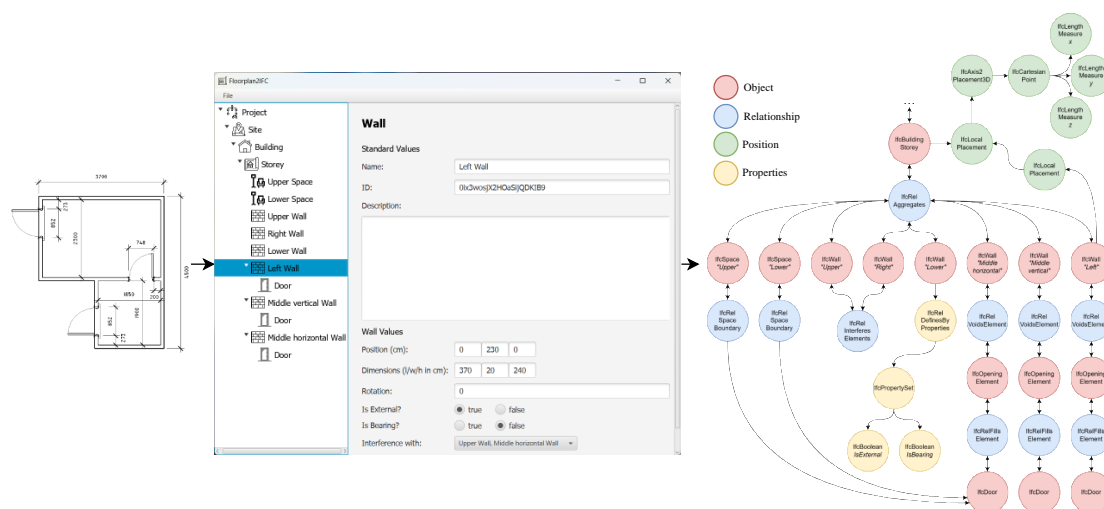


圖 21 Floorplan2IFC 的作業方法示意圖

（資料來源：Daniel Napps et al, Assessment of Approaches to Enrich a Case Base for Design Decision）

生成案例的方法 2-生成（合成）建築模型的神經網路

AI 深度學習生成模型是強大的演算法，旨在學習輸入數據的底層結構。經過訓練后，這些模型能夠生成新的人工數據，這些數據與原始數據集具有相似的概率分佈。目前還沒有 AI 創建建築模型的方法，尤其是關於 IFC 數據架構的創建方法。生成式 AI 可以實現全新、創新的 BIM 模型的自動化，該方法受到訓練挑戰的限制，並且對超參數調整非常敏感。由於可訓練參數數量眾多，因此需要更長的訓練時間。

結論

通過評估不同的方法來豐富設計決策的案例庫，這項研究開發並展示手動和自動執行此任務的手段。由於 IFC 模型的高度複雜性和要求，合適的現有方法和模型的數量和適用性非常有限。以 Floorplan2IFC 形式實現的手動方法生成 IFC 檔，優點是輸入數據的廣泛可用性，以及將手繪的平面圖數位化的可能性。最後，在 AI 生成合成建築圖方面取得了初步結果。初步測試表明，它們可能是生成合成數據的另一種有前途的途徑。

(六) 運用 BIM 評估既有預製混凝土建築構件之重複使用可行性

簡介

英國諾丁漢大學大學公園分校 Husam Al-Jawhar 等人認為再利用混凝土構件可減輕建築和拆除活動產生的廢物對環境影響，而研究如何通過開發基於 BIM 的方法，評估現有預製混凝土元件用於新結構之可重複使用性。研究的目標是確定可重複使用性標準，開發自動解構計劃方法，然後將解構方法與評估標準相結合，制定基於 BIM 的預製混凝土構件可重複使用性評估方法。這種方法將提供與新設計的元件進行詳細比較所必需的全面數據。

評估方法

由三個部分組成。第一部分涉及確定評估標準，以確定元件的可行性和完整性，以便重複使用。這些標準包括元件狀況、承載能力、成本評估、環境影響評估和時間評估。第二部分，全面檢視瞭解構計劃，概述實現解構計劃自動化所需的標準。第三，開發可重複使用性評估演算法將這些標準與解構計劃相結合。

確定順序解構計劃

這個關鍵階段需要有組織的拆除，以防止因處理不當而損壞混凝土構件。使其不適合後續重複使用。這個研究的目標之一是開發一種自動解構方法來滿足這些需求。

在規劃解構工程時，必須確保被拆除的元件不支撐另一個元件；否則，可能會導致崩塌。如圖 22，由於承載另一個板，T 形梁無法拆卸。

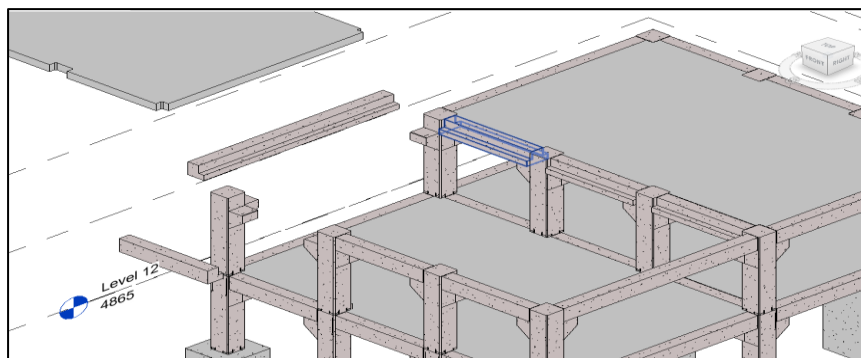


圖 22 由於主體構件，T 形梁無法拆卸

（資料來源：Husam Al-Jawhar et al, A BIM-Based Assessment Method for Reusing Components from Existing Precast Concrete Buildings）

確認所有緊固件都已從正在解構的元件中移除並檢查拆卸方向也很重要。如圖 23 所示。這有助於選擇正確的去除設備，並確保安全去除。研究使用三個標準來實現自動解構：承載元件、緊固件和提取方向。這些標準將有助於確定應如何拆卸每個元件，從而有助於開發自動評估每個元件的演算法。

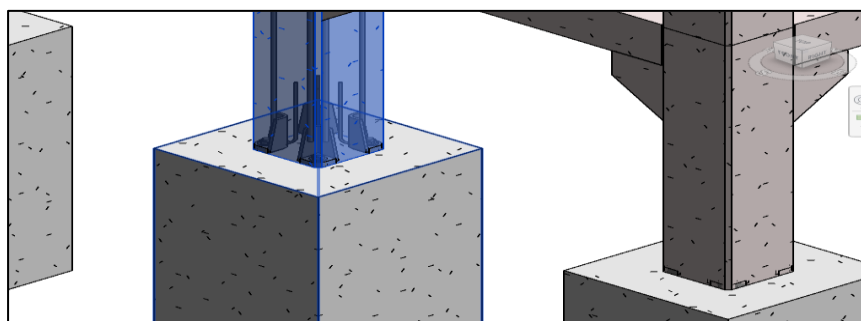


圖 23 使用螺栓連接柱子和基礎

（資料來源：Husam Al-Jawhar et al, A BIM-Based Assessment Method for Reusing Components from Existing Precast Concrete Buildings）

開發可重複使用性評估演算法

這項研究開發了一種專門的演算法，以便在 BIM 模型中自動實現評估。該演算法基於系統的評估程式和運行一組預設規則（承載元件、緊固件和提取），旨在有效地指導拆解過程。在此演算法中，根據拆解過程檢查每個元件，從最

高或最外部的元件開始，逐漸向最內部或最基本的元件。這種系統化的方法確保每個部分都按照正確的順序處理，從而避免潛在的衝突或損壞。在拆卸過程中，每個元件都經過仔細評估。

如果該元件滿足以下條件，則該元件已準備好進行拆卸：

- 1) 滿足可重用性條件。
- 2) 沒有託管元件。
- 3) 已移除所有緊固件。
- 4) 已指定提取方向（如果有）。

滿足所有這些條件的元件，再按照其餘評估標準進行再利用，這些標準是對成本、環境影響、時間和容量的評估。但是，不符合這些條件的元件將被用於回收或再利用。

該演算法具有最終雙重目標。首先，它為拆卸元件提供一個清晰的分步計劃，確保效率 and 安全性。其次，它確定哪些元件可以重複使用，突出可持續性的考慮因素。圖 24 顯示該演算法的概述。

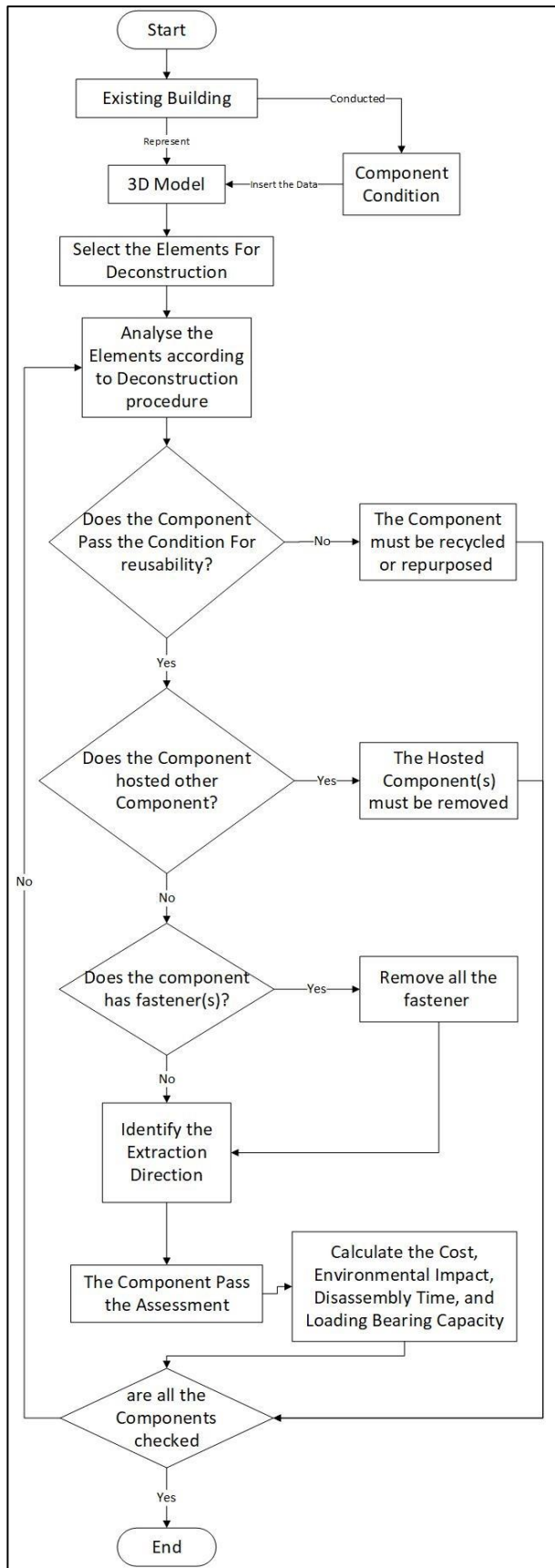


圖 24 提出的基於 BIM 的可重用性評估演算法

(資料來源：Husam Al-Jawhar et al, A BIM-Based Assessment Method for Reusing Components from Existing Precast Concrete Buildings)

結論

這項研究的目標是創建一種基於 BIM，用於評估既有建築預製混凝土構件的可重複使用性並自動拆卸這些構件的方法。該方法首先選擇滿足具體條件的元件，然後分析元件的拆卸能力並創建順序拆卸的自動化計劃。該計劃有助於計算拆卸成本、時間和環境影響。該方法旨在確定每個元件的總價值以及通過再利用減少的碳足跡。它還考慮元件的承載能力，並為順序拆解計劃生成報告，從而提高解構過程的效率。此資訊有助於預鑄構件在將來的工程專案中重複使用。

(七)住宅模組化建築專案的數位配置平臺之比較研究

簡介

全球對快速建造出可負擔、環保、高品質的住宅的需求越來越大。模組化施工是幫助應對這場危機的可行解決方法。在這項研究中，加拿大 ÉTS 大學 Bruno Llave 等人比較和評估市場上可用的不同數位配置平臺，以了解它們是否能滿足開發住宅模組化建築專案的需求，並比較每個平臺的功能、優勢和局限性，評估及定位它們在住宅模組化專案中的適用階段。

模組化施工與數位配置平臺

模組化施工是一種工業化的場外施工方法，涉及在場外製造預製的模組化構件，然後運輸到施工現場進行組裝。模組化施工的好處包括減少施工時間、降低成本、改進品質控制、可持續性和許多其他優點。

建築師可以使用數位配置平臺及模組化結構，使他們能夠設計和訂製模組化建築，以滿足客戶的特定需求。這些平臺使用先進的演算法和人工智慧來創建建築元件的詳細 3D 模型。這類配置系統使用預定義的建築配置，但可以使

用不同的標準進行訂製，用以生成和評估獨特的設計解決方案。這些標準將用於構建基於不同可編輯參數的訂製規則，以及定義最終產品的功能，例如建築物的層數、模組尺寸、特定元素的碳足跡值等。然後為專案生命週期的後續階段準備和傳輸大量資訊，例如製造或組裝資訊。

評估方法與結果

研究人員採用定性內容分析方法來確定配置平臺的功能，然後生成評估標準。配置平臺對工業化建築的不同應用領域都有影響，透過文獻回顧得知它們可以在整個專案生命週期的不同階段使用。配置平臺的用途可用於設計和評估建築物的不同系統，但是，這些平臺必須始終使用預定義的模組化建築產品資料庫。這些產品的靈活性將決定最終解決方案的自適應能力。表 2 顯示了配置平臺在處理模組化結構專案方面的其他更具體用途。

表 2 配置平臺在模組化建築專案中的作用

（資料來源：Bruno Llave et al, Digital Configuration Platforms for Residential Modular Construction projects: A Comparative Study）

配置平臺在建築設計領域中的作用	引用
提供自動化佈局設計。	（Ghannad & Lee，2022 年;Jalali Yazdi et al.，2021）
允許標準化的計算設計方法（例如統一矩陣方法）及其評估。	（Cao et al.，2021;Ghannad & Lee，2022;Jalali Yazdi et al.，2021;Piroozfar 等人，2019 年）
生成考慮不同數據和其他專業的整合解決方案。	（Ghannad & Lee，2022 年;Hall 等人，2020 年;Pantazis & Gerber，2018 年）
生成並評估多個設計解決方案。	（Cao et al.，2021;Jalali Yazdi et al.，2021;Liu et al.，2021;Pantazis & Gerber，2018 年）
允許優化建築物拓撲。	（Baghdadi et al.，2020;Liu et al.，2021;Pantazis & Gerber，2018 年）
在控制和規劃時間、成本和產品品質方面帶來改進。	（Jansson 等人，2014 年）
允許使用基於產品的專案方法。	（Hall 等人，2020 年;Jensen 等人，2015 年;Liu et al.，2021;Popovic 等人，2021 年;Wikberg et al.，2014）
增強客戶需求管理，提供圖形用戶介面，以提高客戶參與度和設計管理功能。	（Cao et al.，2021;Ghannad & Lee，2022;Jensen 等人，2012 年）
提供不同建築系統模組化元素之間的分層結構和交互規則。	（Ghannad & Lee，2022 年;Haghir 等人，2021 年;Jalali Yazdi et al.，2021;Popovic et al.，2021）
允許在設計階段整合製造、運輸和裝配約束。	（Cao et al.，2021;Ghannad & Lee，2022;Jensen 等人，2012 年;Yuan 等人，2018

實現從設計參數到製造參數的資訊交換。	(Ghannad & Lee , 2022 年;Haghir 等人 , 2021 年;Jensen 等人 , 2015 年;Yuan 等人 , 2018 年)
在供應鏈中實現不同的客戶最終決策流。	(Cao et al. , 2021;Hall 等人 , 2020 年;Jensen 等人 , 2015 年)
提高製造效率並優化材料使用效率。	(Bryden Wood 等人 , 2021 年;Cao et al. , 2021;Jalali Yazdi et al. , 2021)
有助於提高質量和環境管理。	(Cao et al. , 2021;Hall 等人 , 2020 年;Yuan 等人 , 2018 年)
支援在配置過程中對設計選項進行可視化、管理、評估和優化。	(Koeleman 等人 , 2019 年;Popovic et al. , 2021)
允許專案利益相關者之間的協作工作。	(Cao et al. , 2021;Ghannad & Lee , 2022;Piroozfar 等人 , 2019 年)
提供自動化設計配置。	(Cao et al. , 2021;Ghannad & Lee , 2022;Popovic et al. , 2021)
根據產品架構加強大規模訂製策略的採用。	(Ghannad & Lee , 2022 年;Jensen 等人 , 2012 年;Wikberg et al. , 2014)

評估過程包括三個階段。第一階段是選擇過程，將市售平臺與其他基於 Web 的應用程式進行比較。在第二階段，制定比較標準。首先，通過文獻綜述分析和確定了上表中概述的功能。其次，資訊需要進入場外建設專案的每個階段。

表 3 評估配置平臺於模組化住宅建築的適用性

(資料來源： Bruno Llave et al, Digital Configuration Platforms for Residential Modular Construction projects: A Comparative Study)

配置器類型	標準來源	標準	TEST FIT ¹	SKEMA ²	AUTODESK FORMA ³	ARCHITECTURES
新的規劃	軟體功能比較	地理位置。	是的	是的	是的	不
	產業所需的資訊	使設計人員能夠創建和編輯模組。	是的	是的	不	是的
	產業所需的資訊	使設計人員能夠從其他軟體導入模組。	是的	是的	不	是的
	軟體功能比較	允許自定義每個模組。	是的	是的	是的	不
	軟體功能比較	允許使用者創建建築配置器。	不	不	是的	不
	軟體功能比較	為使用者提供不同	是的	是的	是的	不

¹ <https://www.testfit.io/>

² <https://www.skema.ai/>

³ <https://www.autodesk.com/products/forma/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

設計配置器		的住宅建築配置選項。				
	軟體功能比較	允許編輯住宅建築配置。	是的	是的	是的	是的
	文獻綜述	提供有關專案位置的現場資訊（即聲音評分、植被、風向等）。	不	不	是的	不
	文獻綜述	幾何優化。	是的	是的	是的	是的
	文獻綜述	為設計人員提供用於創建和編輯建築概念形狀的工具。	是的	是的	是的	是的
	文獻綜述	評估各種設計選項。	是的	是的	是的	是的
	文獻綜述	評估可持續性指標。	是的	是的	是的	不
	行業所需的資訊	評估成本指示器。	是的	是的	不	是的
	軟體功能比較	生成包含所選取選項的所有資訊的 BIM 模型。	不	是的	不	是的
	軟體功能比較	為使用者提供編輯模組的元件或參數以優化評估的選項。	不	是的	不	是的
製造配置器	文獻綜述	允許整合不同的資料庫以制定指標或審查資料庫以檢查值。	不	不	不	不
	文獻綜述	允許整合其他資訊管理軟體以集中資訊並使其可供其他利益相關者訪問。	是的	是的	是的	是的
	文獻綜述	允許交換參數化的製造資訊。	不	不	不	不
	文獻綜述	提供詳細的製造圖紙。	不	不	不	不
	行業所需的資訊	生成製造調度和 BOM。	不	不	不	不
	行業所需的資訊	生成裝配計劃。	不	不	不	不
	行業所需的資訊	模組重量	不	不	不	不

結論

研究發現當前的配置平臺在傳輸製造資訊方面需要進一步開發自動生成或合併資訊鏈，允許在專案的各個階段之間進行正確的數據交換，從而將生產線的上游和下游連接起來。此外，所研究的配置平臺的設計評估功能僅提供基於內部資料庫的預定義指標，無法根據專案需要編輯或更改以選擇不同的指標或

資料庫。

研究結論提到雖然可用的數位配置平臺可以幫助建築師生成模組化設計解決方案，但他們仍然需要創建資訊鏈，以自動將製造、組裝和運輸階段集成到模組化建築設計過程中，並提供根據專案規格連接到不同資料庫的選項。目前市場上供應的模組化配置軟體還不能集成到自動化、模組化的房屋規模生產系統中。

肆、心得及建議

一、心得

本次發表論文有關建築 BIM、AI、數位雙生及預製工法的相關研究令人印象深刻，值得本所科技計畫研究方向及結合產業發展參考，包括(1)運用 BIM 模型 IFC 檔來訓練 AI 生成模擬替代方案，協助設計人員早期規劃決策，(2)將 BIM 模型 IFC 檔以網路通用格式輕量化，以便開發可架構在 web 環境上的數位雙生平臺，(3)研究為既有建築建置數位雙生平臺的方法，提升能源使用效能、維護管理效率與室內環境品質，(4)比較分析現有商用預製工法數位配置平臺功能，發展預製構件重複使用性，提出預製工法數位化的發展方向。綜合以上內容，主要心得如下：

- DT 為重要發展趨勢—美國 University of Florida、台大、加拿大 ETS，都在利用校園經由不同的角度試驗 DT，包含 DT 平臺的架構、BIM 資料的正確完整性，以及 BIM 輕量化等。國內後續可參照 University of Florida 提出的 DT 成熟度檢查國內發展現況，並設定研究發展路徑。
- AI 生成 BIM 模型—基於 IFC 的複雜性，以及可訓練參數眾多，因此需要強大算力，以及更長的訓練時間。國內可嘗試研究 AI 生成 IFC 模型

的訓練方法，為國土署、國家住都中心未來將收存大量 IFC 模型進行 AI 訓練預為暖身。

- 預製工法—發展預製構件重複使用性評估方法，並整合入預製工法數位配置平臺，為提升預製工法減碳效益的可行發展方向。國內後續可先調查國內建築預製工法構件緊固介面的發展現況，作為發展構件重複應用的基礎。

本次參與第 20 屆電子計算機技術應用於土木與建築工程國際研討會 (ICCCBE 2024)，得以蒐集到來自全球各國在 BIM、AI、數位雙生及預製工法等相關研究之文獻，皆能進一步幫助本所了解國外發展現況與趨勢，可做為我國建築產業數位轉型發展之參考，以提升我國創新科技研發能力，提供民眾安居生活環境的同時，也能帶動建築產業數位轉型與國際接軌。

二、建議

(一) 參考 ICCBE 2024 研究成果，並依國際間建築產業數位轉型發展趨勢與我國政策需求，滾動檢討科技計畫研究成果，供下一期科技計畫課題規劃參考。

執行時程：立即可行之建議

主辦機關：內政部建築研究所

為使未來科技計畫之規劃符合國際發展趨勢與我國政策需求，除參考本次 ICCBE 2024 有關 BIM、AI、數位雙生及預製工法等研究成果外，亦可結合產業共同尋找值得引入國內的技術，以供下一期科技計畫之課題與發展架構規劃參考。提升我國建築數位轉型相關技術水準及帶動相關產業發展。

(二) 持續參與建築數位轉型相關國際活動與會議，掌握國際發展

趨勢，以作為我國相關計畫或政策推動參考

執行時程：中長期性建議

主辦機關：內政部建築研究所

為使未來科技計畫之規劃符合國際發展趨勢與我國政策需求，除參考 ICCCB 2024 在 BIM、AI、數位雙生及預製工法等相關研究成果外，亦應持續廣泛蒐集最新文獻資訊，並建議持續編列出國計畫參與國際會議，掌握最新國際建築技術結合資訊技術之發展趨勢，以作為我國相關計畫或政策推動參考。

參考資料

1. ISCCBE 官網 <https://www.isccbe.org/>
2. ICCCBE 2024 官網 <https://icccbe2024.etsmtl.ca/>
3. École de technologie supérieure 官網 <https://www.etsmtl.ca/>
4. Daniel Napps et al, Assessment of Approaches to Enrich a Case Base for Design Decision, ICCCBE 2024 Montreal
5. Jihoon Chung et al, A Framework of ifcJSON-based Digital Twin Platform for Monitoring Building Environment using BIM, IoT, and Semantic Web Technologies, ICCCBE 2024 Montreal
6. Husam Al-Jawhar et al, A BIM-Based Assessment Method for Reusing Components from Existing Precast Concrete Buildings, ICCCBE 2024 Montreal
7. Chady Elias et al, Digital Twins for Smart Decision Making in Facilities and Asset Management (FAM), ICCCBE 2024 Montreal
8. Yun-Tsui Chang et al, A Digital Twin Platform Based on Building Information Models and Smart Sensors for a Net Zero Energy, Circular and WELL Campus- A Case Study of National Taiwan University, ICCCBE 2024 Montreal
9. Bruno Llave et al, Digital Configuration Platforms for Residential Modular Construction projects: A Comparative Study, ICCCBE 2024 Montreal
10. Amine Souilah et al, Re-modeling of built asset information to improve and optimize asset management, ICCCBE 2024 Montreal