

「2022 中華民國營建工程學會第二十屆營建產業永續發展研討會」

建置供應商設備BIM模型自動化系統之研究

*陳家妤 (Jia-Yu Chen)

國立台北科技大學土木與防災研究所
碩士研究生

林祐正博士 (Yu-Cheng Lin)

國立台北科技大學土木與防災研究所
教授

摘要

建築資訊模型 (Building Information Modeling, BIM) 的應用在業界討論越趨熱絡，近年來亦有許多公司開始導入 BIM 技術，在此勢不可擋的情況下，BIM 技術是否能真正幫助業界簡化工程之繁複流程、亦或是降低營運成本等問題皆慢慢浮上檯面。本研究以建築資訊模型，Revit 及 Dynamo 導入設備專案之應用，藉此探討設備專案於實務上導入 BIM 技術進行設備模型建置時該如何簡化重複性之作業方式，研究內容包含設備模型建置之相關人員、建立 BIM 模型建置之標準以及自動化程式之開發，並且導入實際案例探討分析，提供給未來需實際導入之使用者參考，降低資料填寫之重複性作業，提高專案執行之效率。

關鍵詞：自動化、建築資訊模型(BIM)、Dynamo

The Developing Automated System for BIM Models of Products for Suppliers

Abstract

The application of Building Information Modeling (BIM) has been increasingly discussed in the industry, and many companies have started to introduce BIM technology in recent years. In this unstoppable situation, the question of whether BIM technology can really help the industry to simplify the complicated process of the project or reduce the operating cost is slowly surfacing. This study uses Building Information Modeling, Revit and Dynamo in equipment projects to explore how to simplify the repetitive operation of equipment projects when implementing BIM technology for equipment modeling. This study will provide a reference for future users who need to import the technology to reduce the duplication of data filling and improve the efficiency of project execution.

Keywords : Building Information Modeling (BIM), Dynamo, Automation

一、研究動機與目的

BIM 即為透過視覺化之方式乘載專案之資訊，藉由參數化之設計、資訊之傳遞以及分析模擬等應用協助以往工程中無法解決之問題，減低返工現象與降低施工成本亦可增進工程專案的執行效率。

但是，目前許多模型仍是以手動之方式建置，除此之外，大部分的 BIM 技術僅於建築生命週期之各階段中應用，不過國內大多數工程公司在執行 BIM 作業時仍需導入其他設備模型才能提升專案模型之完整度與細緻度，然而目前設備供應商於使用 BIM 技術仍屬於初期階段，致使目前於 BIM 模型建置作業上仍有許多問題存在，例如：大規模之手動建置模型過於耗時且容易產生錯誤，加上商品資訊龐大且分散，致使專案中的設備模型及資訊無法有效傳遞。此外，對於大多數專案及設備模型若僅指定其「模型發展程度 (Level of Development, LOD)」，而缺少對資訊內容之明確定義，將導致模型細節過度刻劃，徒增人事成本外，亦增加硬體效能之負擔等問題。

因此，本研究之主要目的即為建立模型建置之原則，減少使用者對於模型細緻度定義的困惑，並且藉由視覺化程式設計開發輔助 BIM 模型資訊整合，將現階段於 BIM 模型資訊整合之限制進行改善，縮短重複作業的時間，同時減少資訊建置之遺漏與錯誤，解決目前因手動整合 BIM 模型資訊之問題，最後透過案例導入，探討使用視覺化程式設計應用於 BIM 模型之效益、困難及限制，作為後續應用之參考。

二、文獻回顧

BIM 模型，可以被視為是一個帶有眾多營建資訊的載體，在建築生命週期中做資訊化的應用，包含設計概念視覺化、綠建築耗能、結構、機電冷熱空調負荷等分析，與機電管線衝突、施工計畫、營建施工參照及設施維運管理等檢驗查核 (江英仁等人, 2011)。而 BIM 自動化作業，即是針對建築設計流程中可以藉由程式提供協助，以使降低設計工作所需花費的時間，或是減少與設計專業無關的重複性工作 (陳幼華等人, 2018)。

工程專案中常因缺乏正確之設備模型及重複性作業等相關問題，導致專案於生命週期各階段中無法有效控制專案成本亦或是增加硬體設施之負擔。Ghannad *et al.* (2019) 透過視覺化程式語言的編寫，輔助業主提早於設計階段進行法規檢查；Korus *et al.* (2021) 藉由Dynamo設計一套自動化建置拱橋系統，並針對模型提出優化，取代以往模型建置之方式；Guo and Zhang (2021) 結合BIM與應用程式介面 (Application Programming Interface, API) 提取工程專案之資訊，並透過Dynamo進行風險分析；鍾遠安 (2016) 透過 BIM 技術建置空調系統模型，輸出更明確的空調系統實體設備及管線數量，幫助業主取得更詳細且真實的機電工程成本。

綜合文獻發現，以往文獻雖有探討建置設施模型以幫助工程專案計算成本，但較少針對設備模型細緻度的定義及過程中資料填寫之重複性作業等問題進行探討，因此本研究將以上述問題進行研究。

三、主要內容

3.1 供應商設備BIM模型建置現況問題

BIM 技術除了具備可提前模擬營建生命週期中各項活動及各種可能情況發生之情境外，更可以利用視覺化的管理模式將模型深化後應用至營運維護管理階段，藉此提升設施維護運行之效率，因此產業導入 BIM 作為工程生命週期之考量，已然是國內外工程技術發展之趨勢。為了配合營建產業於營運維護階段提升設施維護之執行效率，設備供應商亦開始提供自身產品的 BIM 模型，並且讓設備模型包含之資訊內容可於 AEC 產業之不同工作階段與需求進行充分之交換和共享。然而現今實務上，設備資訊與 BIM 模型整合之情況大約可分為以下兩種：

- 一、BIM 工程師對於模型發展程度 (Level of Development, LOD) 之認知不一定相同，常常導致工程師於模型刻劃時對於細緻度定義不明確而無從依循。
- 二、市面上所販售之設備種類繁多，不同種類與型號之商品，皆包含了不同之設備資訊，若以手動方式進行資料的填寫，將會增加額外的人事成本。

上述之問題時常導致模型中之設備元件精細度過高，進而造成硬體效能之負擔，亦容易造成時間成本與人力成本之浪費。除此之外，龐大且分散之資訊，並無法被有效管理與利用，將容易造成商品間資訊傳遞的遺漏與誤差。

3.2 供應商設備BIM模型建置需求探討

BIM 在資訊技術的支持下對於所建立之模型擁有高效的管理模式。BIM 可以為所有使用者提供巨大的利益，加上營運維護階段於建築生命週期中屬於時間較久之階段且其所需花費之成本亦遠超越其他階段。

為了更方便進行設施管理，並減少因模型過度刻劃所造成之硬體負擔，本研究透過其他文獻了解相關階段所需之模型資訊以作為本研究系統建置之引導。

一、模型建置之原則

目前於模型建置過程中，僅有模型發展程度 (LOD) 及元件深化表可作為設備商建模之依循，對於剛導入 BIM 技術之設備商而言，定義並不明確，易造成模型過度刻劃，若能建立一套設備元件建置之準則，將能使供應商於建置模型時有所依據。

二、自動化程式開發

由於市面上設備種類繁多，BIM 工程師若是以手動之方式將設備資訊一一匯入模型中，除了無法提供整體之工作效率外亦可能造成資訊填寫的遺漏與錯誤，進而造成資料無法被有效管理與應用，如果能開發一套自動化程式，將可減少重複作業之時間並提高資訊傳遞之正確性。

3.3 系統規劃與設計

BIM 工程師於建置模型時，如何判斷模型所需之細緻度以及整合模型與商品資訊是設備供應商存在之最大問題，為了使 BIM 工程師能於建置模型時有所依循，並提升工程師之工作效率，本研究規劃設計一套「資訊建立原則」之表單，透過表單填寫之方式，蒐集與彙整所需填入模型中之資訊；並且建立「模型建置原則」使工程師能清楚了解模型所需建立之細節，最後利用「視覺化程式設計語言」容易理解之特點，鼓勵 BIM 工程師學習程式設計，藉此輔助商品資訊與模型之整合，提高工作之執行效率。

本研究所規劃設計之「資訊建立原則」，內容須包含設備資訊與模型資訊，除了模型資訊外，其餘設備資訊皆可自行判斷是否需填入模型中。此外，於本研究所見建立之「模型建置原則」中，模型須具備精確之尺寸與形狀，而(一)設備內部零件、(二)模型是否需進行管線開孔等皆可自行決定。

BIM 技術之導入，為產業帶來龐大的效益，然而在模型建置的過程中依舊存在許多耗時之作業需藉由手動方式完成，例如：匯入設計底圖、變更設計底圖、修改元件尺寸、放置元件標籤、匯入模型所需資訊及匯出模型資訊等等，本研究將針對「匯入模型所需資訊」與「匯出模型資訊」進行自動化程式之開發(如圖1所示)。

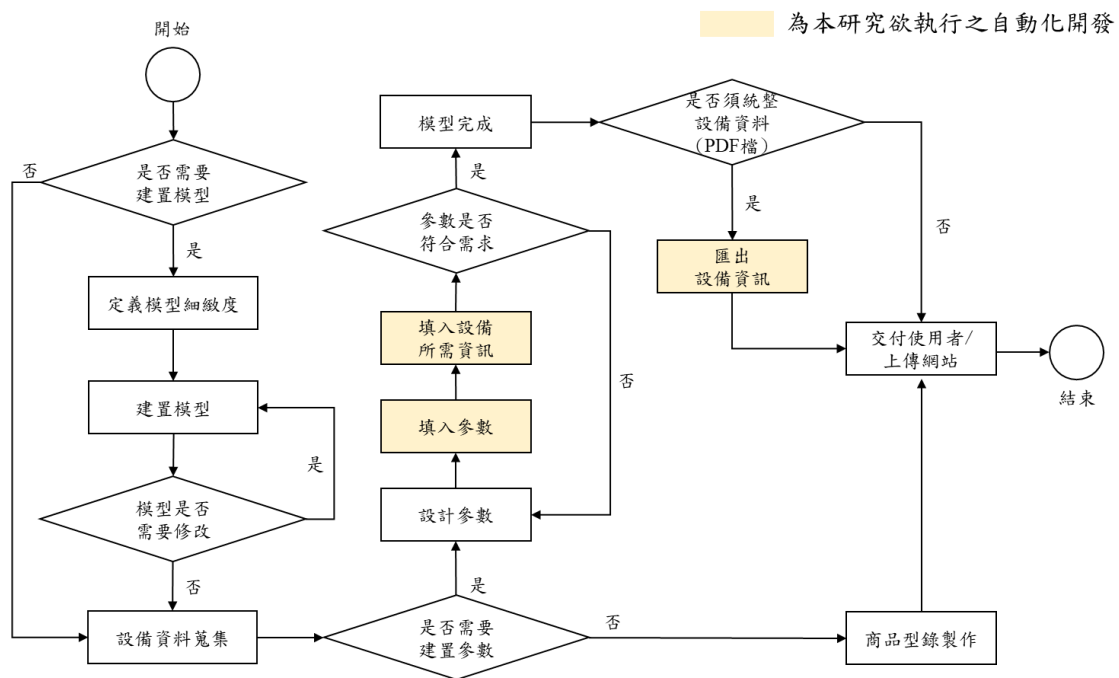


圖1 系統設計之流程

3.4 系統建置

本研究利用 Dynamo 進行自動化程式之開發，並於編寫過程中將「匯入模型所需資訊」之功能，拆分為以下4個區塊(如圖2所示)：

- 一、 倒入彙整好之設備資料
- 二、 整理資料表單
- 三、 拆分表單之內容
- 四、 將資料匯入模型中

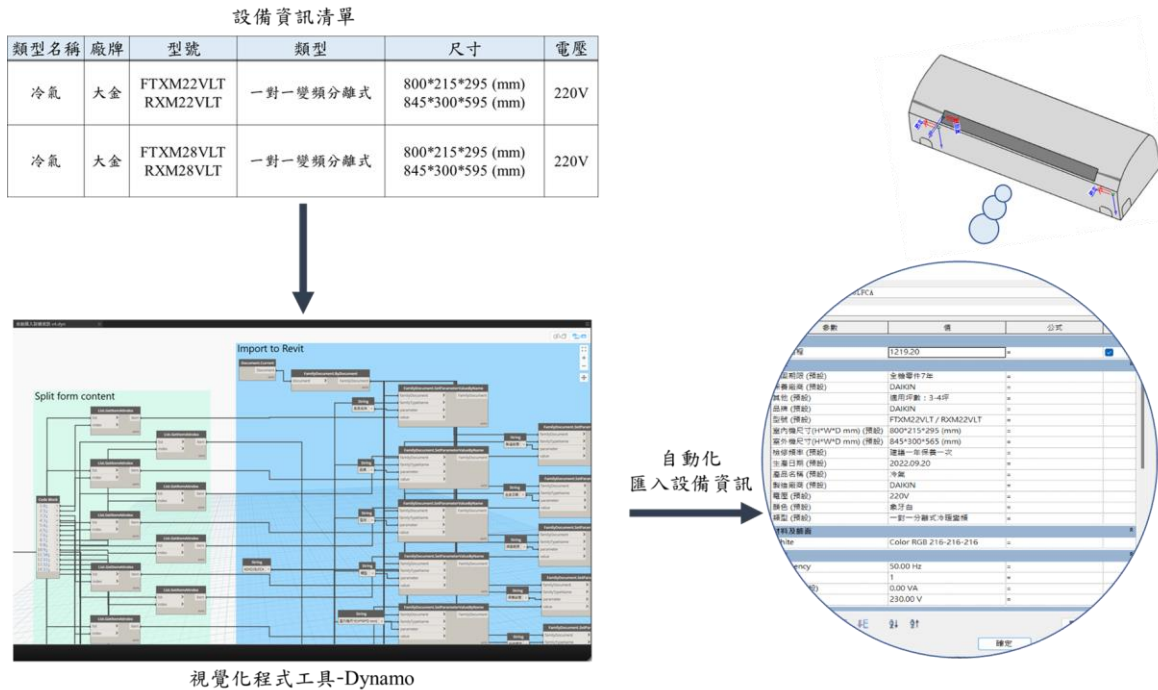


圖2 自動化匯入設備資訊之程式執行過程示意圖

四、 案例導入

本研究案例導入以空調設備，冷氣為例。設備元件於建置時需要經過多方思考，例如冷氣中之零件是否需建置，或是設備元件是否須建立正確之開孔數量，因為若是元件的細緻度不夠完整，將會導致後續使用者無法有效利用此元件模型，而模型細節若是過度刻劃亦可能導致硬體設施的負擔。因此，本研究透過「資訊建立原則」及「模型建置原則」之表單填寫，提早於模型開始建置前即清楚說明模型中須包含哪些設備資訊以及模型所需刻劃之細緻程度，讓 BIM 工程師於建模時有所依據。除了上述模型建置細緻度的問題外，為提高資訊傳遞之正確性同時減少 BIM 工程師於資訊建置時所需花費之時間，本研究亦利用自動化程式開發將設備資訊自動匯入模型中，透過視覺化程式設計語言將整理好之設備資訊清單自動匯入模型中，最後於Revit中之使用者介面執行本研究所編寫之程式（如圖3所示）。本研究開發自動化程式，雖可提高整體專案之作業效率，但在過程中仍可能遇到以下兩點問題：

- 一、 若Excel中活頁簿名稱與程式中之字串不相符時，則無法正確讀取資料；
- 二、 在程式執行的過程中，若同時開啟Excel檔案，將會導致程式讀取錯誤。

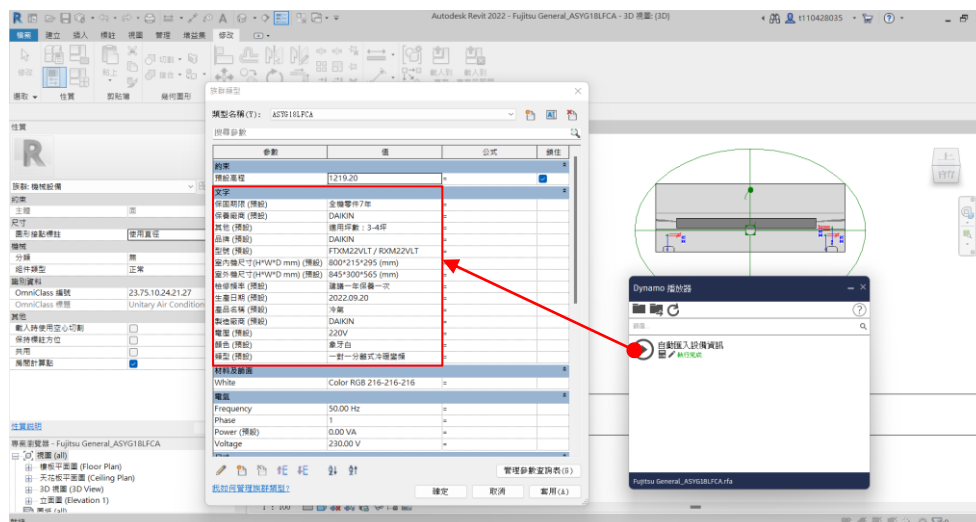


圖3 自動化匯入設備資訊執行後於Revit模型中之成果展示

五、結論與建議

- 一、透過「模型建置原則」，除了能使設備廠商於建模時有所依循外，同時清楚的定義亦能降低模型對硬體設備的負擔。
- 二、設備廠商能藉由「資訊建立原則」自行判斷需要填入模型中之資訊，此外，使用者若能使用帶有非幾何資訊之元件將能於建築全生命週期之各個階段中提高溝通及檢討之效率並做施工時的依據。
- 三、自動化程式的開發，使設備資訊能一次性匯入模型中，有效減少重複作業之時間，並改善以往因手動填入而造成資料錯誤之頻率。
- 四、目前設備商導入 BIM 技術仍處於初期階段，因此設備所需之資訊尚不完全，若日後能進一步將 COBie 導入模型中，有助於完善設備資訊。

六、參考文獻

- 1.江英二、李萬利、蘇瑞育，「BIM 於商旅大樓興建工程之施工應用實務與效益」，中華技術，pp. 80-91，2011。
- 2.陳幼華、陳世任、黃碩儒，「捷運建築輔助設計自動化之應用及展望」，中華技術，pp. 78-79，2018。
- 3.Pedram Ghannad, Yong-Cheol Lee, Johannes Dimyadi and Wawan Solihin, “Automated BIM data validation integrating open-standard schema with visual programming language”, Advanced Engineering Informatics, pp.1-15, 2019.
- 4.Kamil Korus, Marek Salamak and Marcin Jasiński, “Optimization of geometric parameters of arch bridges using visual programming FEM components and genetic algorithm”, Engineering Structures, pp. 1-17, 2021.
- 5.Kai Guo and Limao Zhang, “Multi-source information fusion for safety risk assessment in underground tunnels”, Knowledge-Based Systems, pp.1-16, 2021.