

行政院國家科學委員會專題研究計畫進度報告

規畫設計與施工圖說資訊交換標準與機制之研究 (II)

Study on the Standards and Mechanisms for Exchanging Engineering Drawing Information During the Phases of Planning, Design, and Construction (II)

計畫編號：NSC 89-2211-E-002-070

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：謝尚賢 國立臺灣大學土木工程學系

共同主持人：郭榮欽 國立宜蘭技術學院土木工程系

電子郵件信箱：shhsieh@ce.ntu.edu.tw；rcguo@mail.ilantech.edu.tw。

一、中英文摘要

營建工程在整個工程進行當中，規劃、設計、結構分析、施工圖繪製、估價、發包、訂約、施工、維護，階段分明，分工清楚。各階段間，作業斷層嚴重，溝通不易完整，資訊重複建置現象普遍，建構此界面，打通各階段間資訊流的暢行，是本研究計畫要突破的重點工作。

本研究計畫係『營建工程生命週期共享資訊交換標準之研究』之整合大型研究計畫中的子計畫之一。總計畫將著手蒐集最新歐美日韓在 CALS「資訊運籌管理」策略與 STEP/IFC/SGML/XML 實作的進展情形，整理歸納，融合本土國情特色，擬具適應本國且能順利與國際標準整合之營建工程資訊標準化機制。並應用電腦最新技術，如物件導向技術、網際網路，慎重考慮國內營建業應用現況及未來大趨勢，設計營建工程資訊標準轉換界面系統。本子計畫則主要著重在上述營建工程各階段分工中的設計、結構分析、施工圖繪製部分，企圖以 STEP/IFC 資料結構，將跨階段的共享資訊整合起來，建置此階段的標準圖說元件。本研究將實做一範例，建立圖說元件資料庫，並跨越設計與施工資訊交換的模擬。

關鍵詞：資訊運籌管理、資訊交換標準、營建工程資訊標準轉換界面系統、圖說元件資料庫。

Construction Industry has long suffered from its fragmented production along the project delivery process. Furthermore, the lack of standards for data exchange and the reliance on paper-based

documentation have caused problems for construction industry in exchanging and sharing engineering information between different phases of a construction project. In recent years, to address the above issues and to continuously improve construction productivity and quality along the life-cycle of engineering facility, CALS (Computer-aided Acquisition and Life-cycle Support) strategy has become an important research subject in many developed countries, such as United States, Canada, United Kingdom, Norway, Germany, Japan, etc.

The present work is one of five sub-projects of an integrated project, which studies the applications of CALS to construction industry. The focus of this work is placed on the standards and mechanisms for exchanging engineering drawing information during the phases of planning, design, and construction. Two ISO standards, STEP and SGML, as well as two industry standards, IFC and XML, will be investigated carefully and then serve as the foundation for exchanging engineering information. A prototype integrated CALS database containing shared information for different phases of a construction project will be designed and implemented, using WWW, database, and object-oriented technologies. In addition, a pilot study will be carried out on standardization and exchange of basic engineering drawing elements among the planning, design, and construction phases.

二、前言

以營建工程的角度而言，資訊運籌管理（CALS）主要的工作在整合工程規劃設計、發包施工到營運維修過程中所使用到的標準以及資料表示方式，以便各種資訊(如合約資料、維修手冊、工程圖面資料、施工說明等等)可以透過數位化的環境在網路上為各階段所共用，進而縮短時程、降低成本、增進品質、提升競爭力的最終目標。

近年來營建工程自動化系統的發展日漸成熟，種類及功能也愈來愈多，但是各個系統皆為針對該階段之特殊目的所設計，並未考慮到上下游資訊的整合，所以資訊重建的情況非常嚴重。工程資訊共享可以避免資訊重建的浪費，進而使得工程資訊交換更有效率的。

為了達到工程資訊共享的目的，使用資訊交換標準，如 STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) [1]、IFC(Industry Foundation Classes)[2]、XML(eXtensible Markup Language)[3][4]等已是必要之手段。STEP 是由 ISO (International Standards Organization) 整合各國發展標準的經驗和技術，經過多年的研討與整合所制訂的產品資料表示及交換的國際標準。而 IFC 是由數家著名的繪圖軟體公司(包括 Autodesk、Bentley、Graphisoft 等)與學術界主導的 IAI(International Alliance for Interoperability)組織，專門為 3D 建築電腦繪圖所制訂的標準。XML 則是由 W3C(World Wide Web Consortium)在 1996 年底所提出的文件資訊交換的標準。目前常被應用在電子商務的網路資料交換技術。

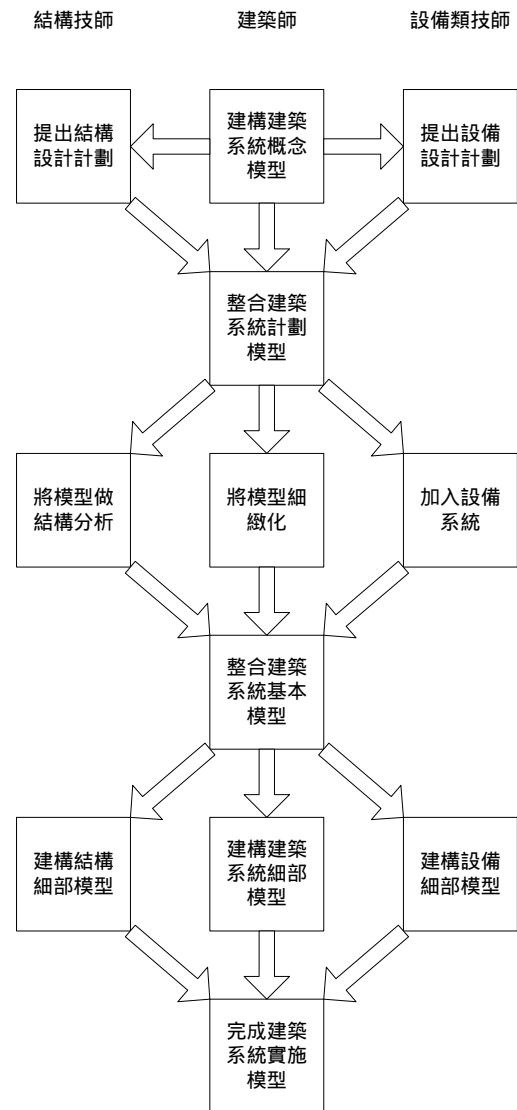
然而，除了資訊交換與共享標準之使用外，資訊交換與共享之機制也必須建立起來，並配合先進資訊技術之應用，才能真正實現 CALS 中資訊交換與共享之理想。

三、建築設計階段流程及資訊再利用

資料共享的目的就是為了讓資訊能夠有效地再利用，防止資訊重建的浪費，進而提昇工作的效率。建築設計階段其主要的參與者有：建築師、結構技師、設備類技師、工程估算人員，其主要的流程如圖一所示。

初步設計階段，建築師先建構建築概念模型，接著結構技師和設備類技師根據建築概念模型而提出結構設計計畫和設備設計計畫給建築師參考。然後經建築師整合結構

設計計畫和設備設計計畫，而完成建築系統的計畫模型。



圖一、建築設計階段流程[5]

接著是基本設計階段，結構技師根據初步設計階段所產生的建築系統的計畫模型進行結構分析，並檢查建築結構系統中是否有不合理的設計。設備類技師則在建築系統的計畫模型中規畫及配置設備系統。然後建築師再根據結構技師的意見修改建築結構系統的設計，以及加入設備類技師所設計的設備系統。接著檢查是設計是否有錯誤或不合理的地方，最後完成建築系統基本模型。

最後是詳細設計階段，建築師、結構技師以及設備類技師根據前一階段產生的建築系統基本模型進行細部設計。接著建築師將這三個細部模型整合成建築系統實施模型，在整合成建築系統實施模型之後會有工程估價人員進行工程估價。

建築師交給結構技師的建築圖中已包含了建築結構系統的幾何資訊。若能達到電

子化之資訊共享，而不是如目前仍以紙張圖說來傳遞資訊，以人工來解讀資訊，則結構分析前處理程式便可以先行載入這些結構系統的電子化幾何資訊，結構技師就不用重新建立這些結構系統的幾何資訊，只要放上載重及材料特性就可以進行結構分析。避免資訊重建可以大幅縮短結構分析所需的時間。

此外，建築師的建築設計結果中已經包括了建築幾何資訊和建築材料資訊，工程估價系統也應可以先從電子圖檔中粹取建築幾何資訊和建築材料資訊，計算所需的工程數量。而不用從平面圖、立面圖一張一張地看，還必須一再檢查，以免會有漏失和計算錯誤。

四、營建工程設計階段資訊共享機制之探討與建立

採用 STEP 或 IFC 做為營建工程設計階段資訊共享的資訊標準，在實作共享機制時會發現兩個問題。一個是關於舊有系統 (legacy system) 相容性的問題，另一個是關於 STEP 與 IFC 的資訊爆炸問題。

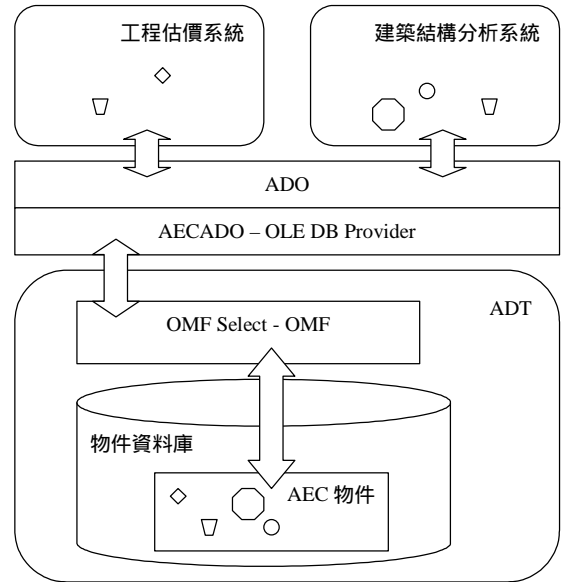
對於舊有系統的問題，目前已經提出了數種解決方法[6]，以下將對其中兩種進行討論：

1. 對舊有系統實作檔案轉換程式(file translator)。利用檔案轉換程式將舊有系統的私有檔案格式與 STEP 或 IFC 所訂定的標準檔案格式彼此進行轉換。舊有系統可以間接地透過標準檔案格式與其它系統進行資訊交換。
2. 在舊有系統外層實作外包物件(wrapper objects)。外包物件的工作是將系統內的原先已經定義好的物件與 STEP 或 IFC 所訂定的標準物件間作轉換，轉換後的物件就可以直接與其它系統進行物件的交換。

另一個是關於 STEP 與 IFC 的資訊爆炸問題。因為 STEP 或是 IFC 都包含了整個建築生命週期中所有的資訊，可想而知，整個建築生命週期中所有的資訊是如此地多，所以這麼多的物件資訊對於實作含有標準物件的自動化系統，一定具有相當的難度。這樣對於想參與工程資訊共享的軟體廠商來說，無疑是提高了參與的門檻。這對於工程資訊共享的實現並沒有幫助。而且對於舊有系統來說，實作檔案轉換程式和外包物件的難度還相對更高，因為還有考慮對舊有系統

的相容性等問題。

對於這個問題，本研究提出了一個解決方法。在自動化系統與標準資訊之間實作一層通用資訊存取介面，此介面的目的在於提供上層自動化系統一個簡化的標準資訊存取方式。本研究實作出一個通用資訊存取介面，並且命名為 AecADO，AecADO 目前主要針對工程估價系統以及結構分析系統提供資訊存取服務。AecADO 的架構如圖二所示。



圖二、AecADO 的架構圖

AecADO 目前是實作成 OLE DB Provider 的形式，OLE DB 是 Microsoft 所提出的通用資料存取略策(universal data access strategy)其中一個重要的部份。OLE DB 分成 OLE DB Provider 和 OLE DB Consumer 兩部份，OLE DB Provider 是負責資料的提供，而 OLE DB Consumer 是 OLE DB 的客戶端負責資料的存取。Microsoft 在 OLE DB Consumer 之上實作了一組包裝物件，稱作 ADO(ActiveX Data Objects)。經過 ADO 的包裝後，對於 OLE DB 的使用上變得更方便、更簡單。目前 Microsoft Visual Basic 開發資料庫應用程式最常用的就是 ADO，而且 Microsoft 最主要的網際網路技術 ASP(Active Server Page)也是建議使用 ADO 進行資料庫存取等相關程式的開發。

AecADO 能夠接受上層自動化系統所下的命令並且取得上層自動化系統所需的資訊。目前 AecADO 是採用類似 SQL(Standard Query Language)的語法，上層應用程式可輸入例如：select door from 'classroom.dwg' 像這樣的命令，就可以取得 classroom.dwg 圖檔中所有門物件的屬性。

AecADO 的主要目的就是提供一個簡單的 AEC 物件屬性存取介面。只要使用 ADO 這樣一個使用方法簡單的工具,就可以得到所需的 AEC 物件的屬性。不需要考慮實際上 AEC 物件的資料結構是怎麼複雜。

ADT(Autodesk Architectural Desktop)是 Autodesk 的建築專用 CAD 產品, ADT 目前最新版本是 Release 2, 而且支援 IFC 1.5 資訊的轉換。AecADO 目前是透過 ADT 讀取 IFC 的資訊。AecADO 是透過 ADT 的 Aec OMF(Architecture Engineering Construction Object Modeling Framework)來進行對 ADT 內部 AEC 物件的存取。如圖二所示 OMF Select 就是負責存取 ADT 內部 AEC 物件的 AEC OMF 程式。

目前最新版本的 AEC OMF 是根據 IFC 1.5 版所實作出來的物件架構。AEC OMF 包括了一般建築常用的物件, 例如: 門、窗、開口、牆、屋頂、樓梯等等。Autodesk 稱 AEC OMF 的建築物件為智慧型物件(intelligent object), 因為這些建築物件除了表現出其本身特有的形狀外以及屬性外, 還具有其特有的行為

五、建築設計階段資訊共享範例

本研究示範一個 CAD 系統如何共享其圖檔資訊給一個工程估價系統。本範例中 CAD 系統是使用 ADT R2, 而工程估價系統則是使用 Microsoft Excel 2000。

本範例中建築師使用 ADT R2 設計一間簡單的教室, 因為 ADT R2 中已經包含建築專用物件, 建築專用物件皆有其特有的行為, 所以在設計的過程自動化程度高, 而且簡單。

在建築師完成建築設計後, 一切資訊都存放在圖檔中。工程估價系統可以透過 AecADO 簡單地取得 ADT R2 所產生的圖檔資訊。並且將所得到的資訊套入簡單的工程數量計算的演算法, 就可以快速地得到所需的工程數量。最後將工程數量和工項單價相乘, 並將相乘的結果加總, 就可以馬上得到一份剛剛建築師所繪簡單教室的工程預簡書。

六、計劃成果自評

本研究依照預定進度, 在 1 建立共享資料庫部份, 已經實作出通用資訊存取的資料庫介面, 所有自動化系統皆可透過此介面共

享圖檔中的資訊; 2 建立施工圖繪製資訊標準化之機制部份, 已配合總體研究計畫, 與其他子研究計畫共同審議, 使用 XML 標準以及相關資訊技術, 建立共享資訊拋轉之機制, 以利串聯其他子計畫, 推動研究; 3 在局部整合性部份, 已經完成圖檔資訊共享機制先導性實驗, 對後續之各子計畫研究及其他相關研究, 具有示範作用。本研究為共享機制先導性實驗所實作出來的 AecADO 對於圖檔資訊的存取具有突破性的發展, 而且 AecADO 的使用方法簡單, 相當符合目前業界的需求, 能夠對資訊共享的應用與優勢增加更多想像的空間。

參考文獻

- [1] Fowler, J. *STEP for Data Management, Exchange, and Sharing*, Technology Appraisals, Great Britain, UK., 1995.
- [2] Autodesk. "IFC Import/Export Utility (Preview Version) - Product Overview," <http://www.autodesk.com/products/ifc/index.htm>, 1999.
- [3] 梁中平、徐千惠, 「新一代標示語言 - XML」, *經濟部 CALS 季刊*, 第一期, 1997, 第 18-25 頁。
- [4] 胡正亨, 「以 XML 為基礎之工程招標系統」, 國立台灣大學土木工程研究所碩士論文, 2000。
- [5] 譚羽文, 「電腦模擬應用於建築系統整合之研究」, 國立成功大學土建築研究所碩士論文, 1998。
- [6] Faraj, I., Alshawi, M., Aouad, G., Child, T., and Underwood, J. "Distributed Object Environment: Using International Standards for Data Exchange in the Construction Industry", *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 14, 1999.