

地籍建物三維資料流通架構建立之研究

江渾欽* 馮怡婕**

論文收件日期：100年2月20日

論文接受日期：101年1月9日

摘 要

數碼城市之建構在全球掀起一股熱潮，其中三維建物模型之建立更是近幾年國內外研究的熱門話題。多數的研究以三維建物之視覺化為主，但三維建物不應只有建物外觀的展現，而是應該能夠整合其他相關資訊加值應用。

本研究以大比例地形圖資模塑LOD1-LOD2建物模型，以地政單位之建物測量成果圖等相關資料產製LOD3-4地籍建物三維模型，並遵循國際OGC CityGML標準，依地籍建物三維模型資料之內容與特性，設計一套地籍建物三維資料流通架構，並以開放式展示軟體驗證三維地籍建物資料流通的可行性。

關鍵詞：建物測量成果圖、三維建物模型、城市地理標記語言、資料流通架構

* 副教授，國立台北大學不動產與城鄉環境學系，Tel：(02) 86741111#67420，E-mail：vincent@mail.ntpu.edu.tw。

** 碩士，國立台北大學不動產與城鄉環境學系。

Establishment of Data Exchange Framework for 3D Cadastral Building Model

Hun-Chin Chiang* and Yi-Chieh Feng**

Abstract

Establishment of Digital City has set off a boom in the world. Of which the construction of 3D building models has attracted great attentions in recent research topics. Most existing studies have focused on the visualization of 3D buildings. However, 3D building models shall not be confined to visual appearance only, but should be integrated with other information to add value for their applications.

This study is built on the basis of large-scale topographic map data with LOD1-LOD2 building models, and the Result Map of Building Survey and other relevant information from the Land Department that constitute LOD3-4 3D cadastral building models. According to content and features of the 3D model data, an exchange framework that is compatible with OGC CityGML standard for 3D cadastral buildings has been designed. An open-source software platform has been developed to demonstrate the feasibility of the 3D building data exchange framework.

Keywords: Result map of building survey, 3D Building Model, City Geographic Markup Language (CityGML), Data Exchange Framework

* Associate Professor, Department of Real Estate and Built Environment, National Taipei University,
TEL: (02)86741111#67420, E-mail: vincent@mail.ntpu.edu.tw.

** Master, Department of Real Estate and Built Environment, National Taipei University.

一、前 言

現代社會都市化的發展，人口紛紛往都市集中，城市地區的建設朝垂直方向發展，如高樓大廈、高架道路等，由於二維地圖無法表達，而三維城市模型可提供真實世界的視覺化呈現，描述完整的城市現況，使人們更能了解都市高樓建築的三維視景，因此，數碼城市（Cyber City）成為二十一世紀都市資訊基礎建設的焦點之一（Li et al., 2005）。三維數碼城市的表現除了都市規劃之外，其他如市政管理、不動產管理、環境監測、觀光導覽、防災應變以及國土保安等應用領域對三維城市模型展示與分析能力之應用亦與日俱增（Altmaier and Kolbe, 2003；Zhu et al., 2005）。

三維城市模型包含五大類型資料：地表起伏資訊、地表覆蓋物、地表上的物件實體、規劃圖籍、位相關係資訊、時間維度與歷史資料（王聖鐸與曾義星，2000）。建物屬於地表的物件實體（entity），在三維城市模型中，建物は描述真實世界時，最重要的圖徵之一（Billen and Zlatanova, 2003），也與人類日常生活的食、衣、住、行最密切相關。但由於三維建物模型的建置內容複雜，且所耗費的資源成本十分昂貴，各領域所建置之三維模型資料具有異質性（heterogeneity），不同的模型內容、不同的資料格式，甚至不同的模型細緻層次（LOD）設定，造成空間資料的整合管理及相互流通共享變得十分困難（Zhu and Zhang, 2005）。因此，如何使不同領域的地理空間資訊能共通共享再利用，特別是三維空間資訊，亦是近年國內外十分重視的課題。

目前三維地理資料標準以城市地理標記語言（City Geographic Markup Language，簡稱CityGML）為發展的主流，是專門為三維城市與景觀模型物件之展示與存取所設計的資料交換格式，以XML（eXtensible Markup Language）語法為基礎的資料編碼標準，並遵循OGC（Open Geospatial Consortium）所規範的GML（Geography Markup Language）所發展之應用綱要模型。以CyberCity的概念出發，期望透過CityGML的制定能夠達到三維城市模型共通共享的目的。

本研究即是參照OGC CityGML標準，利用以地籍建物測量成果圖與竣工平面圖建構之地籍建物三維模型資料為基礎，建立一套符合應用需求之資料流通架構，作為未來地籍建物三維資料流通標準之參考。

二、文獻回顧

近年來，數碼城市成為一項熱門的研究領域，三維房屋模型為數碼城市描述真實世界時，最重要的圖徵（Feature）之一（Billen and Zlatanova, 2003）。市面上也已經具有許多三維即時瀏覽功能之國際商用軟體，其發展更顯迅速。著眼於現今與數碼城市應用相關之軟體，包含房屋模型重建與展示分析，陳良健等（2009）將現有商用軟體依其發展目的區分為兩類：（1）模型重建（Building Reconstruction）與（2）三維瀏覽與應用分析。前者主要目的著重在三維建物模型之建置發展，而後者則偏重於三維即時展示與空間應用分析等類型。

數碼城市中之三維建物模型，可由建物模型重建策略中之技術面及資料面發展二方向分析。就技術面部分，可分為資料導向模式及模型導向模式進行，前者著重於由幾何圖形元件組成模型結構，而後者則偏向於由模型庫選取模型元件進行模型結構的擬合。另外，在資料面部分，目前常見的三種資料來源—大比例尺地形圖、航照影像、光達資料，其中，各資料之特性與房屋重建的實際作業程序具有相當大的關聯。就資料使用的策略分析，三維建物重建技術若僅使用單一類型圖資進行，其建物模型成果往往缺乏精確度與真實感；目前情況多以資料融合（Data Fusion）的概念，以半自動化的方式結合包含光達、航照影像、地形圖及向量圖檔等圖資特性之優點，再以人工方式輔助電腦操作為主（羅英哲等，2007），這些產製建物模型之程序可進行互補性的整合。由技術面結合資料面之策略顯示，這三種資料性質皆屬於利用航遙測技術獲取的空間資料，並且對於三維建物模型重建成果而言，已經足以形塑出比擬真實建物的效果。然而，再精準的航遙測技術所建置的三維建物模型成果，大部分也只能著重在建物高度、外型等外顯資訊，若再輔以近景攝影等紋理敷貼技術之處理，最後成果呈現大部分都是產製出近似建物外觀之虛擬實境資料為主。這部分資料模型的提供，對於數碼城市的發展，未來也僅能朝建構建物視覺化、立體化的領域延伸，以長遠發展考量，實際擴充增值應用受限。因此，本研究從地籍建物的資料面角度出發，考慮建物測量成果圖獨特之圖形及屬性資訊，目的為解決當前三維建物模型發展之瓶頸，期能提供一個兼具幾何及非幾何資訊的地籍建物空間資料模型，以增進數碼城市未來的運用價值。

三維建模工具和展示平台工具呈百家爭鳴狀態，但商業展示平台多具有獨立性，導致無法在平台間互相流通，必須制定一個共同的規範使不同商業軟體間的異質資料格式可以在共同認定的環境中相互交流溝通。由於建立及維持三維建築模型需要大量的時間及財力，若有一個適當的標準格式可在不同的軟體平台上來進行

資料的交換及共享，便可以大大提升實用價值且應用於更寬廣的領域。語意模型（Semantic model）則是解決此問題的絕佳方法。（陳雅信，2010）

城市地理標記語言為三維城市模型的儲存與交換開放格式，能解決上述的問題。CityGML由德國北萊茵-威斯特法倫邦州地理資料基礎建設（Geodata Infrastructure North Rhine-Westphalia，GDI NRW）之3D特別小組（Special Interest Group 3D；SIG 3D）成員自2002年開始發展，其發展的目的如下：

1. 建立三維城市模型各物件實體（entity）其基本圖徵類別、屬性與關聯特性的共通描述架構。
2. 以符合成本效益的方式永續保存三維城市模型，並允許相同的資料模型於不同應用領域中重複使用。

CityGML是以GML3為基礎之三維城市模型儲存及交換格式，利用GML幾何模型的抽象概念實際描述一個具互操作性、多功能、多尺度及統一語意（semantic）的三維城市模型。CityGML已於2008年8月正式成為OGC的實作規範之一，目前OGC已公佈CityGML 1.0的版本。

建物模型是三維城市模型的核心物件之一（Billen and Zlatanova, 2003；Königer and Bartel, 1998），CityGML針對建物模型制定詳細的資料描述架構。將建物構成仔細定義，使建物成為具有一致空間及語意要素的集成體（aggregation），而建物集成體（圖1）是由建物主體（Building）、建物分部（Building-

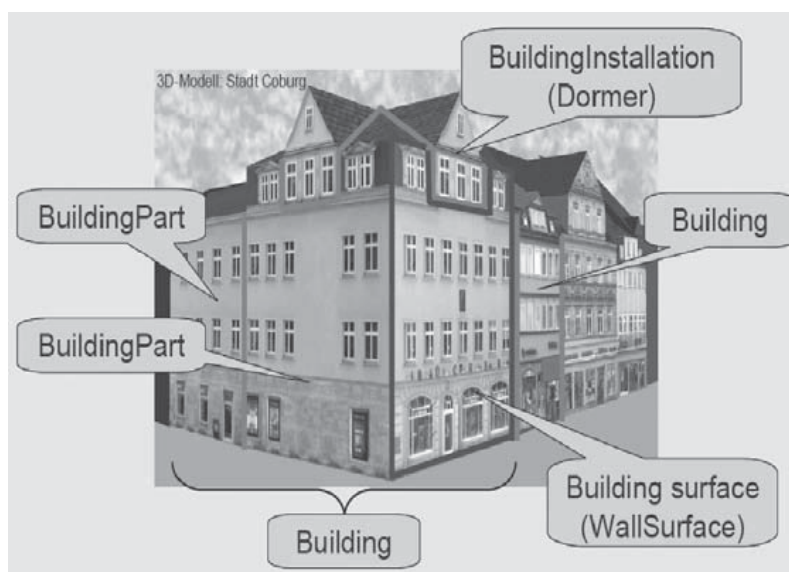


圖1 建物集成體之建物主體、分部及裝置概念示意圖

資料來源：Kolbe, T.H. et al., 2007

Part)、建物表面 (BuildingSurface)、建物裝置 (BuildingInstallation)、開放設施 (Opening)、建物內部空間及傢俱所組成。

CityGML針對三維建物模型設計LOD1~LOD4幾何描述細緻層次 (Level Of Detail, LOD)，一棟建物が四個不同細緻層次下所描述的建物資料內容與幾何型態，如圖2 (Gröger et al., 2008)。LOD1 (圖2a) 為簡單的積木模型 (Block Model)，不同結構的建物實體聚集成簡單積木群。LOD2 (圖2b) 是具不同紋理及屋頂的結構模型 (Structure model)；LOD3 (圖2c) 為細緻的建築模型 (architectural model)，具有比LOD2更為細緻的紋理外觀以及屋頂、牆面、陽台等裝置以及開放的出入口與窗戶之描繪；LOD4 (圖2d) 則為內部建築模型 (interior architectural model)，以LOD3建物模型再加入室內結構，如房間、室內門、傢俱等室內物件。

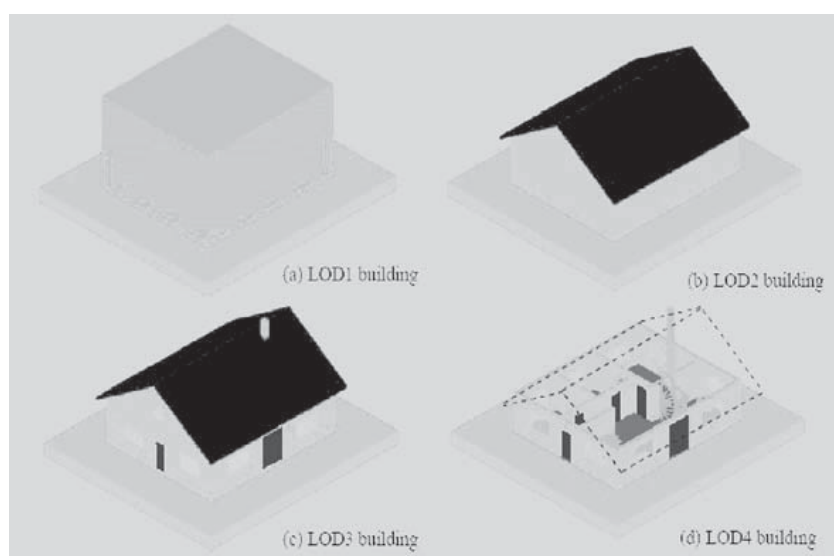


圖2 幾何描述及語義架構之LOD1-LOD4建物模型圖

資料來源：Gröger et al., 2008

為明確規範建物模型資料描述的基礎架構，CityGML使用統一塑模語言 (Unified Modeling Language, UML) 的靜態構圖及物件約制語言描述資料的內容與結構，如圖3 (Gröger et al., 2008)。

「_AbstractBuilding」為建物模型的最重要的類別 (class)，是主題類別_site的次類別。_AbstractBuilding也是根類別_CityObject的次類別，繼承其屬性，因此能夠連結至ExternalReference類別。建物主體 (Building) 及建物分部 (Building-Part) 為_AbstractBuilding的子類別成員，繼承_AbstractBuilding的屬性 (如功能、

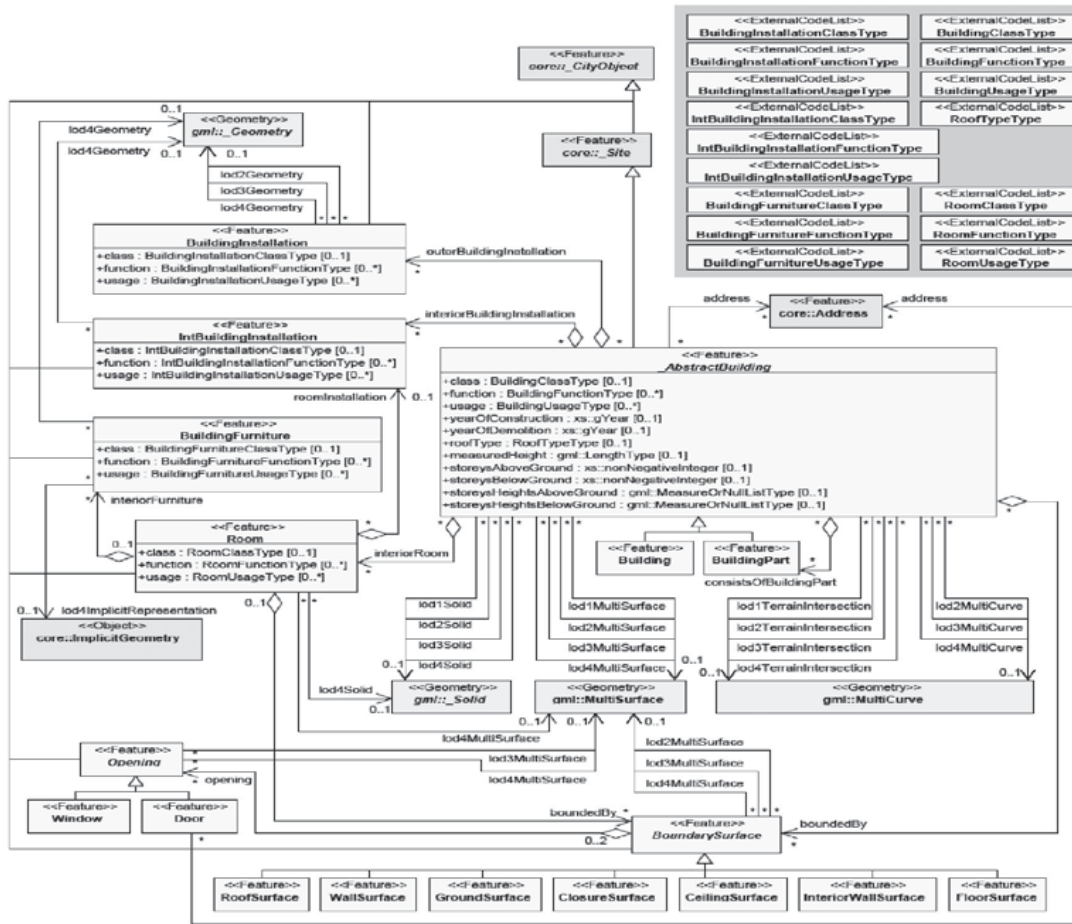


圖3 CityGML Building Model應用綱要UML圖

資料來源：Gröger et al., 2008

建築年份、屋頂類型、量測高度等），子類別可依本身之特性另行設計屬性型別。
 _AbstractBuilding可由建物分部（BuildingPart）聚集而成。地址（Address）可連結至建物主體或建物分部類別。

圖4為CityGML針對LOD3及LOD4建物模型所描繪之UML圖（Kolbe, 2007）。LOD3建物模型增加許多開放設施，如出入口、窗戶，屬於_BoundarySurface的組成類別（Component class）。建物外部裝置（interior Building Characteristic），如陽台、樓梯、欄杆等設備，則為_AbstractBuilding的組成類別。LOD4則進入室內空間，較LOD3增加建物內部結構。Surface(空間)可以由Ceiling（天花板）、Room-Wall（室內牆面）及Floor（樓地板）三個類別所界限而成。Room類別聚集成為GroupOfRoom類別，且有建物內部裝置（interior BuildingCharacteristic）以及建物內部傢俱（interior BuildingFurniture）。建物內部裝置（interior BuildingCharacteris-

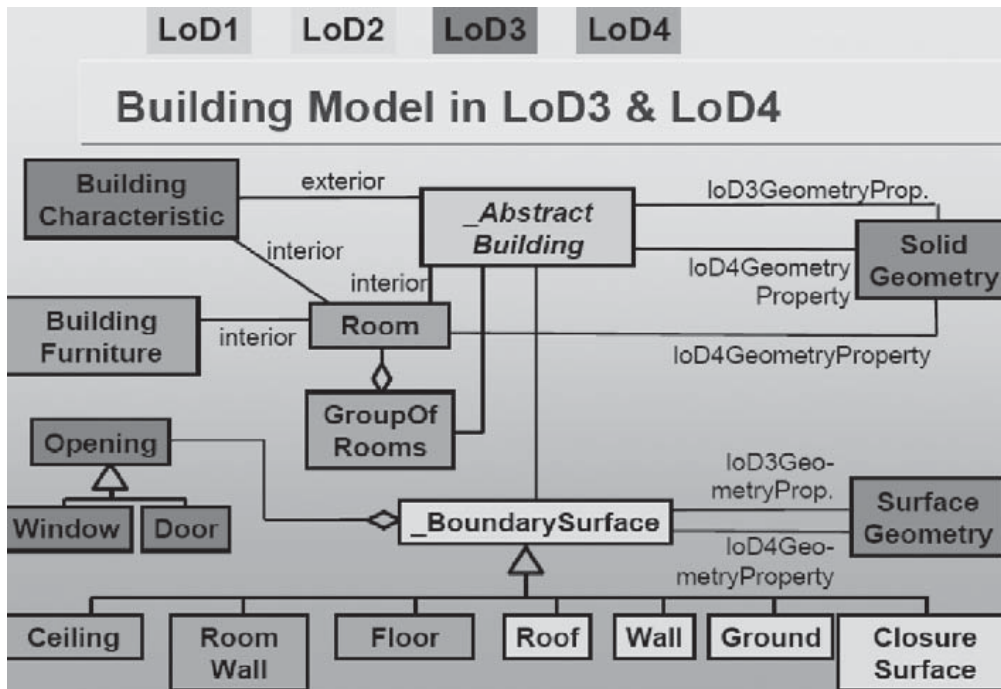


圖4 LOD3及LOD4建物模型UML圖

資料來源：Kolbe, T.H. et al., 2007

tic) 是建築內部不可移動的物件，建物內部傢俱 (interior BuildingFurniture) 則為建築內部可移動的物件，如桌、椅。SolidGeometry給予_BoundarySurface以及Room類別空間幾何定義，SurfaceGeometry則定義_BoundarySurface於LOD3與LOD4時的幾何描述。

除此之外，1994年BuildingSmart開始發展IFC (Industry Foundation Classes)，欲制定一標準來實踐建築資訊模型 (Building Information Modeling；BIM) 的理念，buildingSMART是一個國際性的非營利組織，主要的目標是訂定跨平台協同作業國際標準及分享建築資訊模型。1994年8月，12家美國軟體公司聯合起來希望建立一套標準。1995年10月正式成立IAI (International Alliance for Interoperability) 組織，並逐漸將他們的理想推廣到全世界，目前在全世界已擁有13個分會、22個會員國。IAI已於2006年改稱為buildingSMART。IFC是一種公開的資訊交換標準，目的在使整個建築物生命週期所有資訊能夠整合在一個BIM中，讓生命週期中所有軟體能夠共享及交換資訊。

ISO組織已經接納IFC 標準 (ISO/PAS 16739，可出版應用版本)，成為AEC/FM 領域中的資料統一標準。作為應用於AEC/FM 各個領域的資料模型標準，IFC

模型不僅僅包括實體的建築元素，如牆、樑、柱等，也包括抽象的概念，如計畫、空間、組織、造價等。IFC 運用BIM 概念實現建築生命週期資訊共用的基礎，此一標準解決資訊交換與共用問題的出路。有統一的標準，資料就可以使用此共同語言在不同系統之間流轉。

IFC標準由許多Schema所組成，這些Schema按照物件導向的觀念和原則，透過嚴格的參照與繼承關係，組成一個包含四個觀念層級（Conceptual Layers）的架構：資源層（Resource Layer）、核心層（Core Layer）、資訊交換層（Interoperability Layer）以及領域/應用層（Domain Layer），每個層級只能引用本身或下層的資訊，如此上層資訊變動時就不會影響到下層的資訊，可保持資訊的穩定，如圖5所示（蔡志偉，2007）。

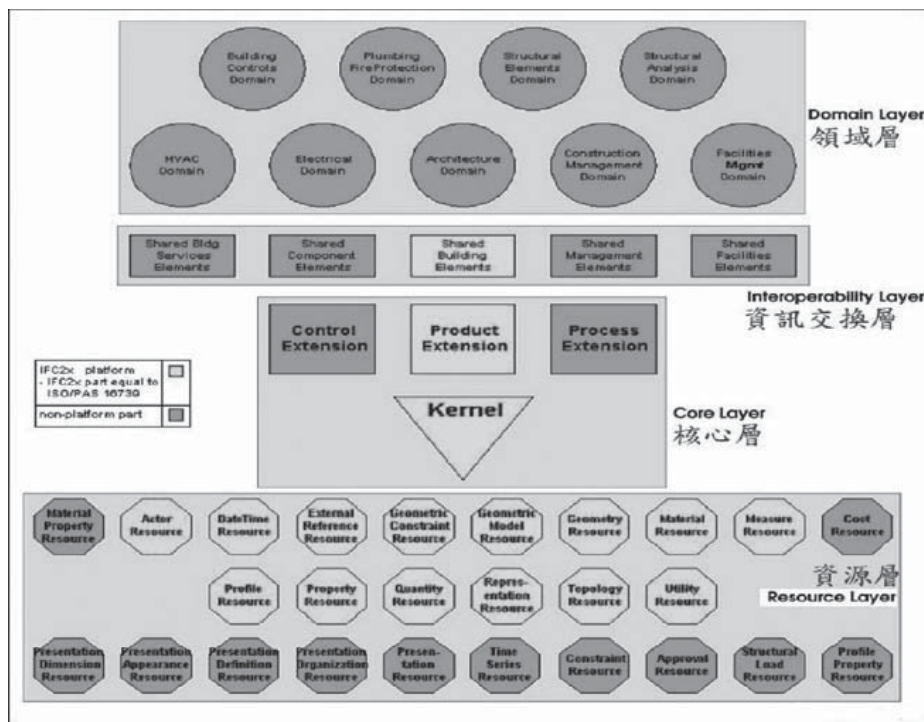


圖5 IFC結構圖

資料來源：Liebich et al., 2009

IFC 是運用BIM 概念實現建築生命週期資訊共用的基礎，此一標準解決資訊交換與共用問題的出路，有統一的標準，資料就可以使用此共同語言在不同系統之間流轉。

本文主要參照OGC CityGML標準進行地籍建物三維資料流通架構之設計，至

於 CityGML與IFC間之轉換，國內外亦正積極研究中（陳雅信，2010），可作進一步之探討。

三、地籍建物三維資料模型

依CityGML的幾何描述與語義架構建構LOD1~LOD4建物模型，其中LOD1建物模型可運用地形圖、地籍圖、航測影像、光達等單一資料源或混合運用之方式進行建物模型的建置。LOD2建物模型在幾何型態上增加各類型屋頂結構之描述，並於建物模型各表面（屋頂面、牆面）敷貼虛擬材質影像，或敷貼實地拍攝的紋理影像。此LOD1~LOD2之模塑在國內外已有甚多之作業成果，其結果可以直接引用。（陳良健等，2009；Tsai and Lin, 2007）

本研究之地籍建物三維資料模型則是利用地政單位建物測量成果圖建立LOD3~LOD4之兼併有外型資訊與內部格局之地籍建物空間資料模型。由於建物測量成果圖是以建號為單位而非樓層，故實際上在部分建物類型當中，僅能表達一戶（建號）的基本資料，因此必須藉由工務單位之竣工平面圖作為參考，並利用竣工圖上的建物高度，計算出三維建物模型之樓層高度。建物模型的空間位置，則由成果圖上的位置圖配合數值地籍圖進行套疊建立。因此，地籍建物空間資料模型之建置，能同時結合地政單位之土地與建物資料、公務單位之建管資料，兼具外顯及內隱資料，構成為三維數碼城市成立之實質條件，以及啟發後續更多元的應用。圖6為本研究建置地籍建物三維資料模型之流程圖。

建物測量成果圖上記載了建物位置、建物平面圖形、使用執照等空間資料，可模塑出建物各樓層模型，包含建物主體結構牆面、陽台及雨遮等主附屬建物的模型，再配合地籍圖與竣工圖記載的建物資訊，最後可堆疊各樓層模型產生精緻的立體建物模型成果。其處理程序說明如下：

1. 編輯不同建號平面圖

建物測量平面圖是繪製向量式建物測量成果圖的過程中，勾勒建物竣工圖所得之建物各樓層平面多邊形。一張平面圖對應一建號所屬的封閉空間，並且記錄該空間所在棟次、樓層、建物用途等屬性資料。

依建號描繪建物測量成果平面多邊形（圖7），以圖形左下角折點為坐標原點。後續繪製之建物平面多邊形需複製使用第一個繪製建物平面之坐標方向，因此依樓層分別繪製之各樓層平面圖多邊形仍具有相同的坐標系統。

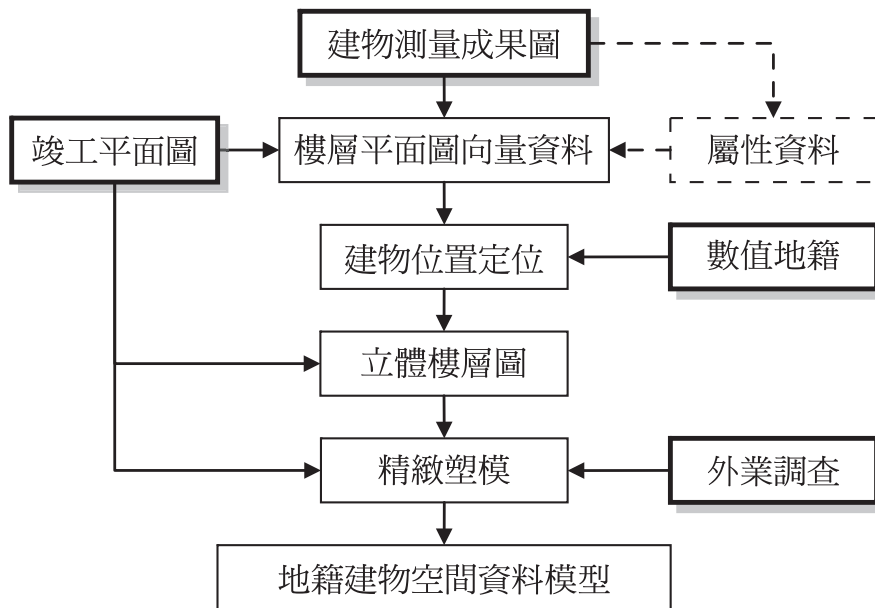


圖6 地籍建物三維資料模型建置之流程圖

資料來源：本研究整理

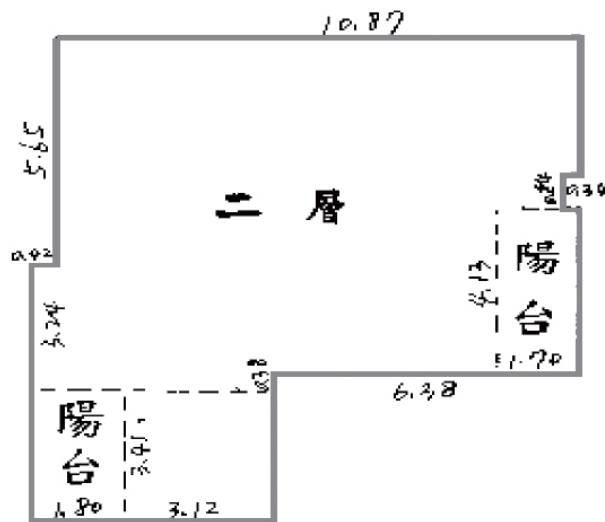


圖7 描繪建物平面多邊形

資料來源：本研究整理

2. 接合同樓層不同建號產生樓層平面圖

樓層平面圖由同一樓層數個不同建號平面圖（含主、附屬建物）組成。因一張建物測量成果圖僅描繪一個建號所屬的封閉空間。故須再利用同一地號之同一樓層或同一使用執照之同一樓層所有建物成果圖進行樓層平面圖的組合（作業上亦可參考建物竣工平面圖）。目前內政部推動之建物測量系統所繪製之建物測量成果圖向量式資料，其位置圖（圖8a）記載一地號上整棟建物單一樓層的外圍輪廓及各建號之平面圖形所與建物樓層的相對位置資訊，可以快速的了解不同建號平面圖所描述之空間位在建物樓層平面的空間位置。

建物測量成果繪製建號所屬建物空間平面圖，同時於位置圖描述該建號之平面多邊形於同樓層平面的相對位置。不同建號之平面圖具有與地籍圖相同之坐標系統，依照位置圖所標示的建物相對位置，可將同樓層不同建號之平面圖接合，完成該樓層之建物樓層平面圖（圖8b）。

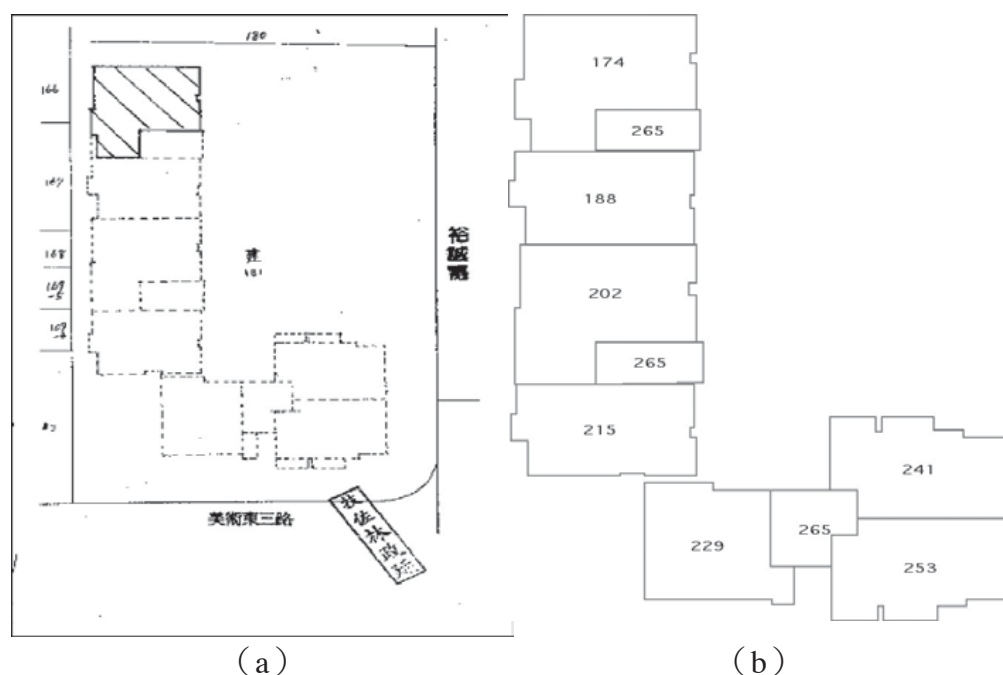


圖8 建物測量位置圖 (a) 與不同建號接合之樓層平面圖 (b)

資料來源：本研究整理繪製

3. 套疊地籍圖轉換建物樓層平面圖坐標位置

樓層平面圖之繪製僅有同一樓層之相對位置資料，需利用建物測量成果圖中樓層平面圖基本資料之地號、建號與棟次等資料關聯至該建物所在地籍圖位置資料

（亦可參照工務單位之地盤圖資料，輔以正射航照影像圖資料），以樓層平面圖套疊地籍圖取得坐標轉換參數，使樓層平面圖所有坐標位置皆能轉換至與地籍圖相同的坐標系統，如此建物樓層平面圖便具有與地籍圖相同之定位資料，如圖9。



圖9 套繪地籍圖之建物樓層平面圖

資料來源：本研究整理繪製

4. 立體建物之牆面、陽台及雨遮模型建置

以樓層平面圖為基礎，分析樓層平面圖中各建號平面多邊形每一條邊界線，以邊線兩側建號是否相同判斷，可分為外牆、主附建物共用牆、權屬牆等，再以圖上註記之建物用途決定塑模類型。

- (1) 外牆：建物平面多邊形的邊線僅有一側有建號，為建物之外牆。依據建物用途的屬性資訊可判斷該外牆為主建物結構或是附屬建物（陽台、雨遮）之邊線，如圖10a紅線標示處。
- (2) 主、附屬建物共用牆：邊線兩側的建號相同，但建物用途的屬性不同，則為主建物及附屬建物共用之牆壁線（圖10b）。
- (3) 權屬牆：當邊界線兩側建號不同時，即表示邊界線兩側之建物平面多邊形屬於不同所有權的封閉空間，此種權屬牆常見於公寓大廈的樓層平面圖中。如圖10c權屬牆為紅線標示處。

依照平面多邊形界線分析以及建物用途屬性註記的結果，可確定建物牆面、陽

台、雨遮的平面位置與所屬邊界線。建物樓層平面圖多邊形邊界線依用途與相鄰關係分類後，依竣工圖上註記之樓層高度、陽台圍牆高度以及雨遮位置高度值，給予建物各分類牆面邊界線特定的高度值，拉出主建物與附屬建物牆面及結構輪廓，產生建物樓層三維模型（圖11）。

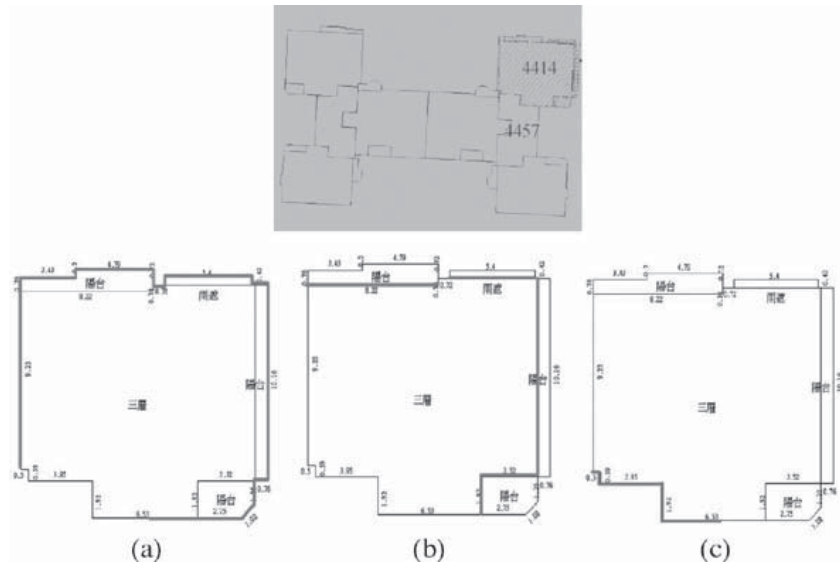


圖10 建物多邊形邊界牆

資料來源：江渾欽，2008

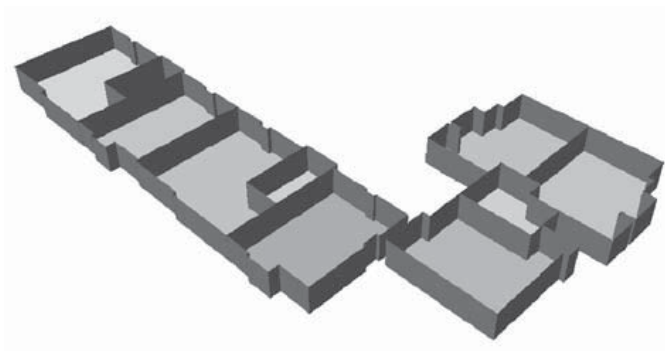


圖11 立體樓層模型

資料來源：本研究整理繪製

5. 不同樓層之立體樓層模型垂直位置對齊

依序完成各樓層之三維模型後，將樓層三維模型按照配合竣工平面圖所紀錄之樓層高度設定各樓層模型的垂直位置，使不同樓層之樓層三維模型位於正確的空間位置（圖12），最後堆疊出一棟模塑主建物及附屬建物結構之地籍建物三維模型。

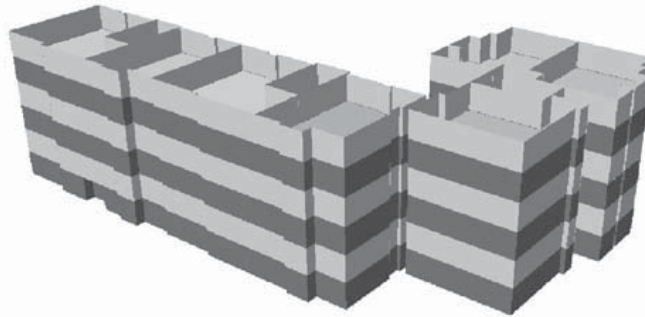


圖12 立體建物模型成果

資料來源：本研究整理繪製

再參考竣工平面圖所提供之建物內部隔間二維向量資料以及隔間的門窗開口位置資訊（或經由調查），門窗開口位於主附建物牆上，以牆線方向決定門窗應開於那一面，再以兩側建物用途決定門窗開口的類型。資料內容規劃如圖13，包括與牆線端點（ $p1$ 、 $p2$ 各為正面及側面牆之牆線端點）距離（ $d1$ ）及樓地板（ $h1$ ）距離、門窗寬度（ $d2$ ）、高度（ $h2$ ），以精確將門窗貼於牆壁立面。

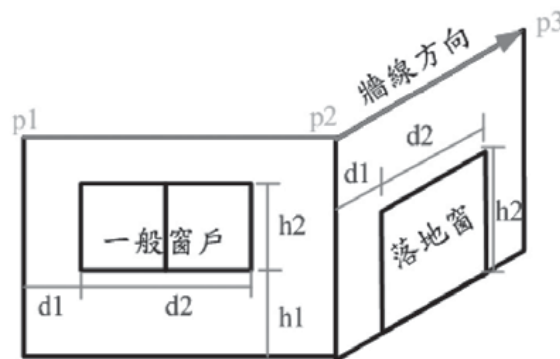


圖13 門窗開口規則

資料來源：江渾欽，2008

分析多邊形用途定義門窗開口應有括落地窗、雨遮、騎樓等類型：

- (1) 當陽台與主建物有相同建號時，除了以1.5公尺高度塑造陽台模型外，主附建物牆上設有落地窗。
- (2) 當雨遮與主建物有相同建號時，除了以2.75公尺高度及12公分厚度塑造雨遮模型外，主附建物牆上之雨遮下方，設有與雨遮相同寬度的窗戶。
- (3) 當騎樓與主建物有相同建號時，主附建物牆上設有大門開口。

門窗及外牆部分可以預設之材質表示，陽台、雨遮則以不同塗色表現。若要貼附更真實的材質，可由外業調查進行補強，將建物立面影像圖檔依樓層（外牆材質）、陽台、門窗等單元裁切，以呈現更精緻之塑模成果。圖14與15為實作產製之LOD3層次塑模成果。

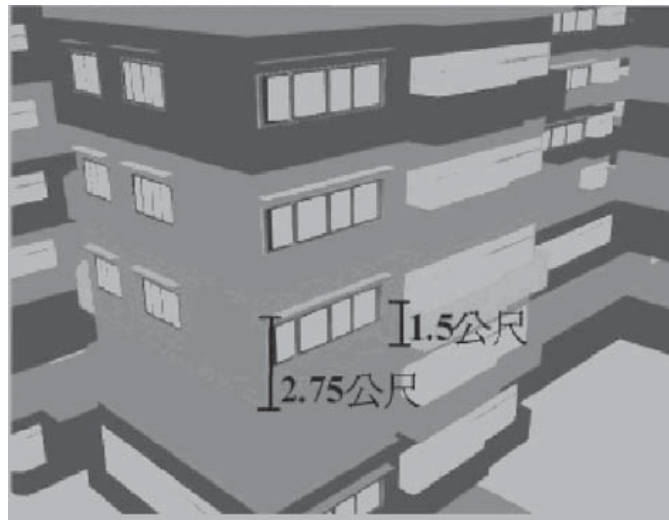


圖14 具門窗紋理之建物模型

資料來源：江渾欽，2008

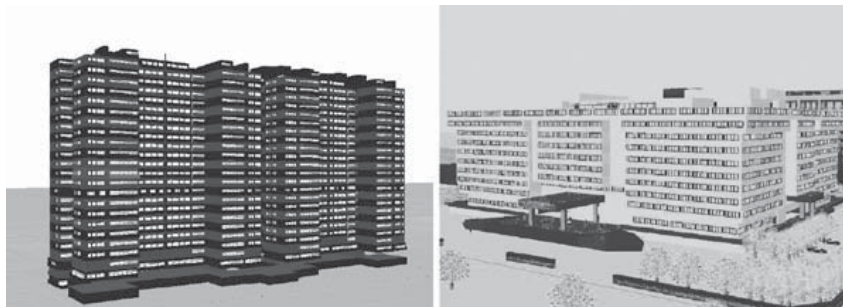


圖15 實作地區建物LOD3層次建物模型

資料來源：江渾欽，2009

若要精緻塑模，則必須透過現場調查補足建物測量平面圖與竣工平面圖無法提供的建物內部資訊。進行現場調查前，利用建物測量成果圖繪製建物之外部牆面輪廓，以建物外廓圖為基準，將現場測量的數據紀錄於建物外廓圖上。現場調查的內容包含距離量測、出入口位置與門窗註記、實地拍攝室內紋理等。

建物內部平面圖由內部隔間多邊形以及隔間牆線所組成，依照實地量測或竣工圖上註記之樓層高度值，設定建物隔間牆邊界線特定的高度值，拉出建物室內牆面，產生立體室內模型。最後，按照現場測量門窗開口之位置及物件尺寸，將門及窗戶模型鑲嵌至室內適當的牆面位置。

圖16為以高雄市苓雅區苓東段高雄市政府大樓為例之LOD4建物內部精緻模塑，至現場實地量測門、窗位置與樓層高度，再加上實地拍攝建物內部牆面紋理，使三維建物內部模型呈現仿真的效果。

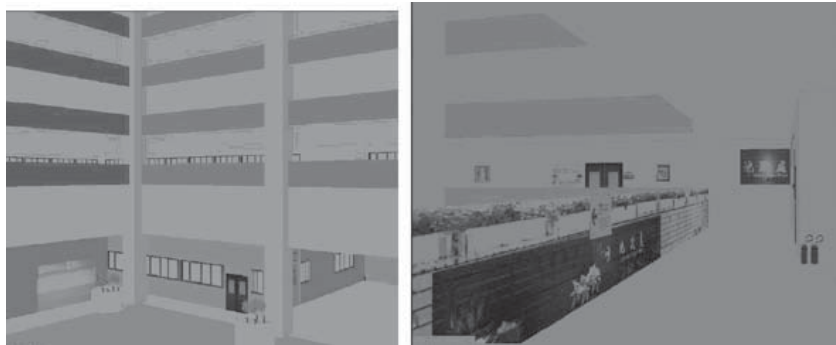


圖16 高雄市政府大樓室內模型

資料來源：江渾欽，2009

四、地籍建物三維資料流通架構

本研究以CityGML1.0.0.版本之三維建物圖徵綱要為基礎，分析地籍建物三維模型圖徵與CityGML供應圖徵之關係，以延伸應用CityGML之架構描述地籍建物三維資訊；再設計地籍建物三維資料應用綱要與編碼成果。

地籍建物三維模型流通架構規劃九個圖徵來描述不同層次下的一棟三維建物，其圖徵包含有「立體建物」、「立體樓層」、「平面多邊形」、「屋頂」、「牆」、「門」、「窗」、「樓電梯」、「柱」。CityGML實作規範之Building主題應用綱要則設計「_AbstractBuilding」、「Building」、「BuildingPart」、「_BoundarySurface」、「BuildingInstallation」、「_Opening」、「IntBuildingIn-

stallation」、「BuildingFurniture」等抽象及實體建物相關圖徵描述單一的三維建物模型。

由於建物模型建置的角度不同，CityGML主要是以虛擬城市模塑的概念設計圖徵，而本研究則以地籍測量的觀點考量建物模型供應圖徵內容。地籍建物三維圖徵與CityGML Building Model圖徵之幾何及語意設定有部分重疊，但並非一對一的對應。表1為地籍建物三維資料供應圖徵與CityGML Building Model圖徵兩者之對應結果。

表1 三維地籍建物供應圖徵與CityGML Building Model圖徵對應表

CityGML Building Model Feature	地籍建物三維資料設計供應圖徵
_AbstractBuilding	立體樓層
_BoundarySurface	樓層平面多邊形
Building	立體建物
RoofSurface	屋頂
WallSurface、InteriorWallSurface	牆
Door	門
Window	窗
IntBuildingInstallation	樓電梯
IntBuildingInstallation	柱

資料來源：本研究整理

「立體樓層」圖徵描述建築物單一樓層次，由描繪建物測量平面多邊形輪廓並給定平面高程產生三維樓層基底，以及平面多邊形之邊界線即為建物牆線，依權屬特性給與特定牆線高度（Z值）之三維牆面，兩種類型之三維面狀資料所構建而成，屬應用領域獨創性資訊。CityGML是以數碼城市觀點設計建物圖徵，於Building Model規劃「BuildingPart」圖徵，此圖徵是描述整體建物的外殼輪廓而非單一樓層的展現，如建物附屬之車庫，與「立體樓層」圖徵無法對應。而立體樓層乃建物的構成要素之一，因此本研究將「立體樓層」圖徵對應至「_Abstract-Building」抽象圖徵類別。同樣的「樓層平面多邊形」為三維地籍建物特有圖徵設計，CityGML中未有描述樓層權屬平面多邊形概念的設計圖徵可供對應，然「樓層平面多邊形」具有描述建物邊界輪廓的概念，因此將「樓層平面多邊形」對應至「_BoundarySurface」。

其餘的「立體建物」、「屋頂」、「牆」、「門」、「窗」、「樓電梯」、

「柱」圖徵類別的設計之概念與描述內容與CityGML Building Model圖徵描述建物物件概念相同，可相互對應。其中「牆」圖徵包含有建物外觀可見牆以及室內牆的設計概念，所以對應至「WallSurface」及「InteriorWallSurface」圖徵類別。CityGML之「IntBuildingInstallation」圖徵類別描述建物室內的結構與裝置，其中包含有室內樓梯、電梯與樑柱等，本研究僅設計「樓電梯」與「柱」圖徵類別描述建物室內部分的結構與裝置。

圖17為地籍三維建物與CityGML Building圖徵對應示意圖，重疊處表示兩者間圖徵設計之建物幾何細緻層次及語意等設計概念雷同；而未重疊部分則表示三維地籍建物之特有資訊，如建物樓層平面多邊形描述、三維地籍建物屬性資訊等。

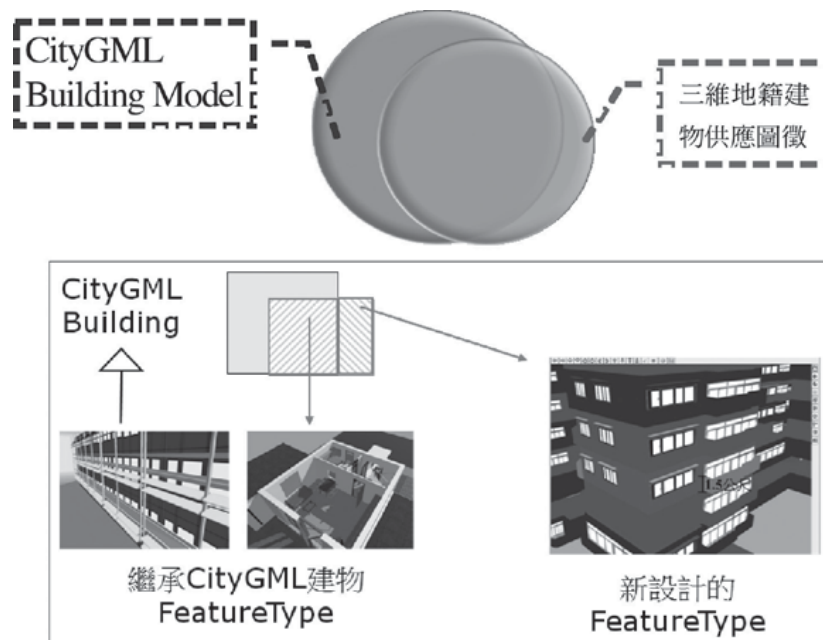


圖17 地籍三維建物與CityGML Building圖徵對應示意圖

資料來源：本研究整理

根據前述地籍三維建物資料圖徵與CityGML圖徵對應的結果，以CityGML Building Model為基礎架構，以延衍生CityGML圖徵建立新圖徵的方式來制定進行三維地籍建物資料的應用綱要設計，如圖18所示。

本研究以CityGML應用領域擴充（ADE）之延伸型態二擴充CityGML架構，替換對應之CityGML圖徵，加入地籍建物三維資料特有屬性資訊延伸CityGML原圖徵型別，以滿足多目標三維建物資料流通架構之應用。

「立體建物」與「立體樓層」類別替換「_AbstractBuilding」抽象類別；「屋頂」、「平面多邊形」及「牆」類別設計為CityGML「_BoundarySurface」之次類別，替換「_BoundarySurface」圖徵；「門」、「窗」類別替換「_Opening」圖徵，繼承「_Opening」圖徵型別所有屬性與關係特性；「IntBuildingInstallation」為CityGML規劃之具體類別，由「柱」與「樓電梯」類別替換之；「建物立面影像」為資料型別（Datatype），與立體建物圖徵建立關連(Association)關係，屬於該圖徵的型別之一。

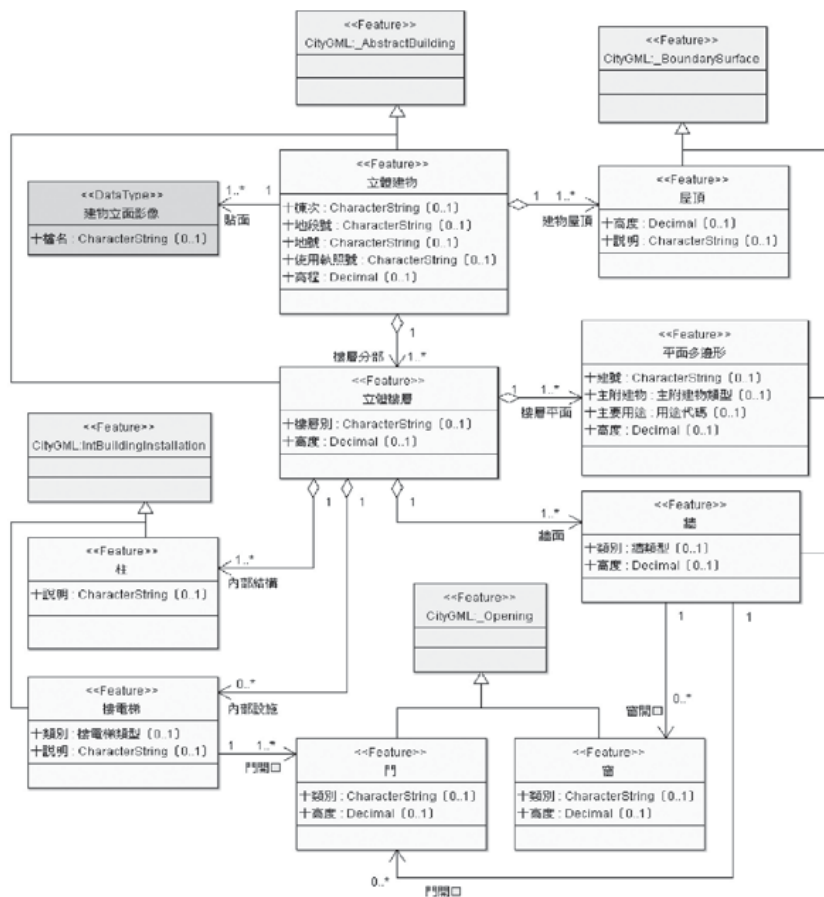


圖18 地籍建物三維資料應用綱要UML示意圖

資料來源：本研究整理

表2整理出地籍建物三維資料設計圖徵各圖徵型別繼承並延伸應用之CityGML圖徵型別。表3則為本研究設計之地籍建物三維圖徵相關資料基本屬性。主要探討之重點為地籍建物三維資料供應圖徵的基本描述架構設定，以延伸CityGML Schema綱要的方式建置建物測量成果圖資為基礎之地籍建物三維資料圖徵應用綱要。

表2 UML圖徵類別與圖徵型別對照表

圖徵類別	圖徵型別	全域元素名稱	延伸之圖徵型別
<<Feature>> 立體建物	立體建物型別	立體建物	citygmlbldg:BuildingType
<<Feature>> 立體樓層	立體樓層型別	立體樓層	citygmlbldg:AbstractBuildingType
<<Feature>> 平面多邊形	平面多邊形型別	平面多邊形	citygmlbldg:AbstractBoundarySurfaceType
<<Feature>> 屋頂	屋頂型別	屋頂	citygmlbldg:RoofSurfaceType
<<Feature>> 牆	牆型別	牆	citygmlbldg:WallSurfaceType
<<Feature>> 門	門型別	門	citygmlbldg:DoorType
<<Feature>> 窗	窗型別	窗	citygmlbldg:WindowType
<<Feature>> 樓電梯	樓電梯型別	樓電梯	citygmlbldg:IntBuildingInstallationType
<<Feature>> 柱	柱型別	柱	citygmlbldg:IntBuildingInstallationType

資料來源：本研究整理

表3 三維地籍建物圖徵類別屬性項目說明

類別名稱	屬性名稱	說明	資料型別
立體建物	棟次	區別各棟立體建物流水號	CharacterString
	地段號	建物所處地段小段編號	CharacterString
	地號	描述建築所在宗地之資料，記錄建物基地座落之地號，含母、子號共八碼	CharacterString
	使用執照號	建築物完所應請領之執照，由年字號所組成	CharacterString
	高程	建物底部多邊形高程	Decimal
	建物屋頂	記錄立體建物之屋頂凸出物	Aggregation
	貼面	紀錄立體建物之立面影像	Association
	樓層分部	紀錄立體建物之樓層資料	Aggregation
立體樓層	樓層別	樓層位於該建物之層數	CharacterString
	高度	該樓層底部至頂部之距離	Decimal
	樓層平面	記錄該立體樓層之平面多邊形	Aggregation
	牆面	記錄該立體樓層之牆	Aggregation
	內部設施	記錄該立體樓層之樓電梯	Aggregation
	內部結構	記錄該立體樓層之柱	Aggregation

表3 三維地籍建物圖徵類別屬性項目說明（續）

平面多邊形	建號	建物標示部資料表中建號	CharacterString
	主附建物	說明此樓層平面多邊形為主建物或附屬建物	CharacterString
	主要用途	平面多邊形所代表建物部分之用途	CharacterString
	高度	建物平面多邊形之高度	CharacterString
屋頂	高度	屋頂突出物底部多邊形至地面高程距離	Decimal
	說明	屋頂突出物相關註記	CharacterString
牆	類別	牆之種類	CharacterString
	高度	牆於該樓層中自底部至頂點的距離	Decimal
	門開口	記錄牆面之門資訊	Association
	窗開口	記錄牆面之窗資訊	Association
門	類別	門之類別	CharacterString
	高度	門之高度	Decimal
窗	類別	窗之類別	CharacterString
	高度	窗之高度	Decimal
樓電梯	類別	說明為電梯或樓梯	CharacterString
	說明	與樓電梯相關的資訊註記	CharacterString
	門開口	記錄電梯之門開口	Association
柱	說明	與柱相關的資訊註記	CharacterString
建物立面影像	檔名	建物立面影像之檔案名稱	CharacterString

資料來源：本研究整理

由於圖18所設計之UML圖形內容僅為概念層次之應用綱要分析成果，於實務流通時須進一步轉換為編碼格式之應用綱要，方可具體定義流通資料檔案所記錄之內容，將資料透過開放地理資料之格式供應（洪榮宏等，2008）。OGC及ISO/TC211已共同採用GML標準為地理資料流通、傳地與應用時之公開格式，而國內地理資訊標準制度也選用GML做為地理資料流通之統一格式，故本研究以GML 3.1.1資料格式進行應用綱要與檔案編碼，進行應用綱要編碼時，引用CityGML之相關綱要檔案文件，版本為1.0.0。以立體建物圖徵類別為例說明如下，餘請參考（馮怡婕，2009）：

「立體建物型別」為立體建物元素之複雜型別（ComplexType），用以包裝立體建物元素所屬之圖徵型別。此複雜型別以BuildingType為基礎延伸（語法：`<xs:extension base="citygmlbldg: BuildingType">`），並加入三維地籍建物資訊如地段小段、基地地號等屬性元素。

依照GML3.1之規定，類別間的關係特性應以XML元素記錄之，並以關係特性的角色名稱（Role）宣告為元素名稱。如圖19中設計屋頂與立體建物圖徵之關係特性之屬性元素名稱為建物屋頂，並設定該屬性元素之屬性參照為「屋頂」類別。如此，「立體建物」類別之資料型態內容便包含「屋頂」類別之資料型態。

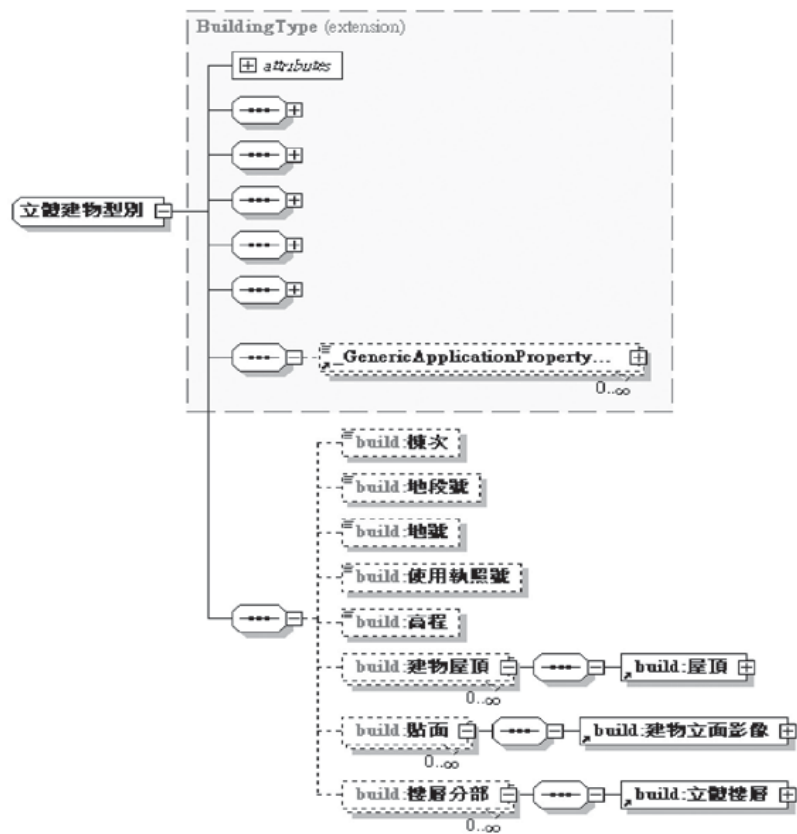


圖19 立體建物類別資料型態XML綱要架構圖

資料來源：本研究整理

五、實例成果

CityGML標準設計三維建物模型以四個細緻層次呈現，本研究參考CityGML之資料流通標準，規設計地籍建物三圍模型之交換架構，經實際作業，LOD1~LOD2

三維建物模型主要以大比例尺地形圖建置而成，LOD3~LOD4建物模型則是利用地政資訊之建物測量成果圖向量資料產生之三維模型，實作成果LOD1~LOD4層次建物模型資料經地籍建物三維資料流通架構包裝之XML格式後，以通用軟體Aristotels Viewer開啟文件展示如下。

圖20為高雄市鼓山區青海段內建物地籍建物三維資料以 Aristotels Viewer 開啟依地籍建物三維資料應用綱要建置為XML格式之範例，包含有建物的空間描述與屬性內容。

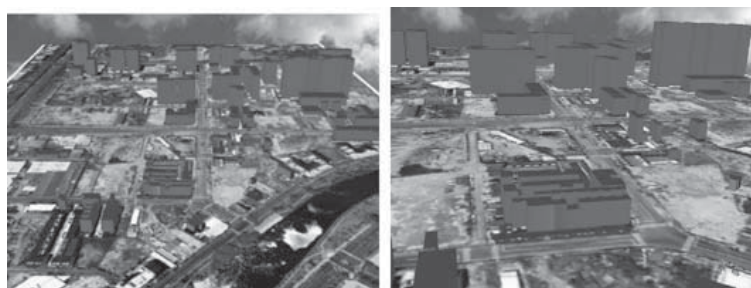


圖20 地籍建物三維模型LOD1層次資料展示結果
資料來源：本研究整理

圖21為前述LOD1建物進行敷貼紋理，將建物立面影像敷貼至指定的建物表面。轉換為XML格式後以Aristotels Viewer開啟圖形展示結果。



圖21 地籍建物三維模型LOD2層次資料展示結果
資料來源：本研究整理

圖22為利用 Aristotels Viewer開啟之00073棟次資料，此LOD3建物模型是一單棟建物，該建物模型並未敷貼建物紋理，僅以顏色區分樓層。建物之門窗開口空間

資訊以參考竣工平面圖方式繪製建立。雖此LOD3層次之三維地籍建物不具有美觀效果，但三維地籍建物模型除描述建物圖形屬性外，更可記錄資料屬性，如建物平面多邊形設計「建號」資料屬性，透過建號資訊可以連接建物標示部、建物所有權部、建物他項權利部資料庫，取得建物所有權等相關資訊，並可藉由地號、門牌號碼、建物使用執照等資料串結其他資料庫、深具加值應用之價值。圖23為圖徵屬性及資料屬性。

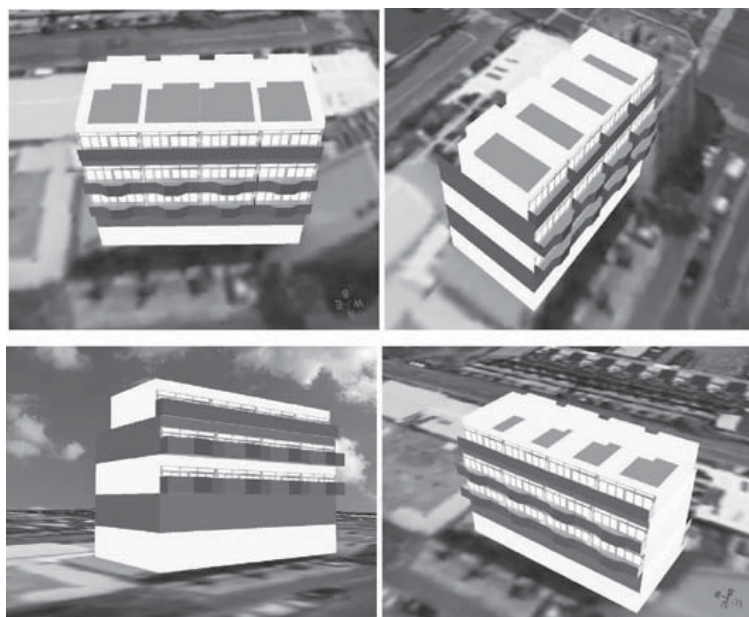


圖22 LOD3地籍建物三維模型資料圖形展示結果
資料來源：本研究整理

圖24為以Aristotels Viewer開啟之該棟建物之LOD4層次圖形，地籍建物三維資料模型以樓層單位描述建物樓層室內空間分布與記錄建物資料屬性資訊。因建物室內資訊取得易涉及個人隱私問題，故除政府單位建物外，一般用建築不太容易實地進入建物內部進行勘查，建物室內資料受到限制。因此，本研究以建物測量成果圖為基礎，再配合竣工平面圖建立該棟建物之地籍建物資料之LOD4層次圖資。

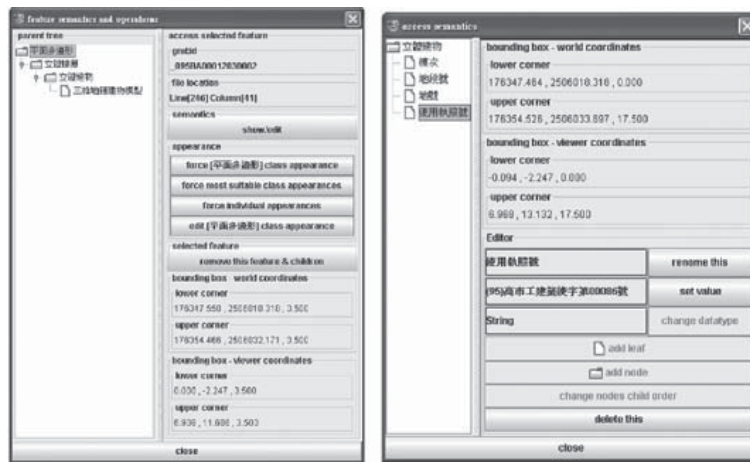


圖23 三維地籍建物圖徵語意記錄（左）與資料屬性展示介面
資料來源：本研究整理

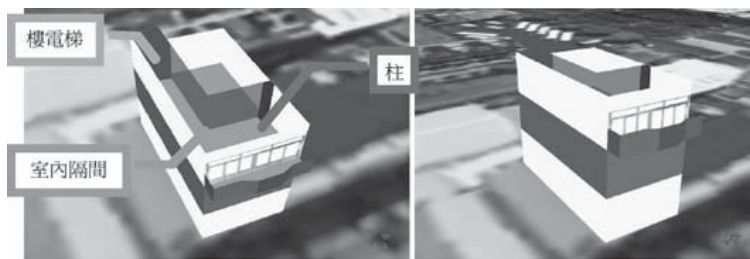


圖24 LOD4地籍建物三維模型展示結果
資料來源：本研究整理

六、結論與建議

地理資訊隨著資料攫取與電腦科技的發展，逐漸朝向三維化發展，目前數碼城市之建構在全球掀起一股熱潮，其中三維建物模型之建立更是近幾年國內外研究的熱門話題。多數的研究以三維建物之視覺化為主，但三維建物不應只有建物外觀的展現，而是能夠整合其他相關資訊加值應用。營建工程領域之建築設計等圖資雖可提供建物之詳細空間分佈與建築數據，以建置三維建物，但營建工程之建物資料取得不易，對舊有建築資料更是未能建立數值資料。而地政單位所建立之建物測量成果圖資料記錄了建物空間與屬性資訊，可作為建物三維模型之資料來源，透過資料庫關聯能夠整合工務單位、戶政單位、建管單位等相關資料庫加值應用。由於三維建物的建置內容複雜所須耗費的資源亦大，為避免未來資源的無法分享，應參考國際相關標準並引入國內建物內涵特性，建立國內三維建物資料標準化流通內容與架構。

CityGML為三維城市模型流通交換之標準格式規範，經德國學者多年的努力，於2008年8月正式成為OGC標準。本研究延伸OGC CityGML定義之建物三維模型XML綱要，應用地政單位之建物測量成果圖等建物相關資訊，成功建置LOD3及LOD4層次三維建物模型，建立國內地籍建物三維模型資料之流通供應架構，該流通架構不僅與國際標準接軌，在未來應可提供國內制定三維建物資料相關標準之參考。

地籍建物三維資料流通以圖徵為單位供應圖資資訊。圖徵包含空間及非空間資訊，本研究設計三維地籍建物圖徵時著重空間資訊的呈現，對於圖徵的屬性設定尚未多加著墨。地籍建物三維資料利用屬性資訊的設計可以串連其他資料庫，例如透過門牌資訊，可以串連置戶政單位之資料庫，了解不同門牌地址之家戶內有多少人口，年齡分布情形；以建物之地段地號為查詢條件，可以獲得該建物之土地、建物登記資料等地籍資訊。透過屬性資料的設定，地籍建物三維資料可進行防災、居家保全、建物權屬查詢等不同加值應用，增加資料使用價值。隨著地理資訊發展重心轉變，三維立體型態呈現地理狀況的需求增加，國內亦應跟隨國際的潮流，制定屬於國內三維地理空間資訊相關標準，以因應未來三維空間資訊時代的來臨。

參考文獻

- 王聖鐸、曾義星，2000，三維城市空間資訊系統之資料架構，第十九屆測量學術及應用研討會論文集，頁 353-362。
- 王聖鐸、曾義星、林耀宗，2008，浮測模型法－堆積木式的三維城市模塑技術，中華技術，第七十九期，七月號，頁 161-169。
- 王聖鐸、曾義星、傅秉綱，2008，以真實影像自動化敷貼三維建物模型表面之研究，航測及遙測學刊，第八卷、第三期，頁 59-72。
- 江渾欽，2008，地籍建物測量成果資料立體化發展之規劃與應用，國土資訊系統通訊，第六十六期，頁 37-53。
- 江渾欽，2008，國土資訊系統計畫基礎境建置第二期作業「多目標地籍圖立體圖資建置及查詢系統」期末報告書，高雄市政府地政處委託。
- 江渾欽，2009，國土資訊系統計畫基礎境建置第二期作業「多目標地籍圖立體圖資建置及查詢系統(第二期)」期末報告書，高雄市政府地政處委託。
- 江渾欽，2009，樓層平面圖立體化與加值應用，台灣土地研究，第十二卷，第一期，頁 31-53。

- 洪榮宏、楊錦松、郭巧玲，2008，開放觀點之土地利用資料流通與互操作應用，地籍測量，第 27 卷，第 4 期，頁 30-50。
- 洪榮宏與楊錦松，2008，土地基本資料流通共享相關標準制度規劃建置，國土資訊系統通訊，第 66 期，頁 25-36。
- 張忠吉、黃旭初、林孟玲，2002，ISO 國際標準應用於國土資訊系統資料流通之研究，內政部九十一年度研究發展報告。
- 張智安、陳良健，2006，利用光達資料模塑建物之研究，航測及遙測學刊，第 11 卷，第 2 期，頁 175-189。
- 陳良健、曾義星、劉進金，2009，內政部地政司委託辦理「三維數碼城市模型先期建置工作」第三期期末報告書，內政部地政司。
- 陳雅信，2010，IFC 與 CityGML 轉換之研究，國立交通大學土木工程學系碩士論文。
- 馮怡婕，2009，多尺度三維地籍建物資料流通架構建立之研究，國立台北大學不動產與城鄉環境學系碩士論文。
- 蔡志偉，2007，IFC 建築資訊內容應用於結構分析資料擷取，國立交通大學土木工程學系碩士論文。
- 羅英哲、陳俊元、曾義星，2007，「整合多種資料建置三維城市模型—成大校園為例」，2007 年台灣地理資訊學會年會暨學術研討會論文集。
- Altmaier, A. and T. H. Kolbe, 2003, Applications and Solutions Interoperable 3D Geo-Visualization, Proceedings of the Photogrammetric Week 2003, Wichmann Verlag.
- Billen, R. and S. Zlatanova, 2003, 3D spatial relationships model: a useful concept for 3D cadastre? Computers, Environment and Urban Systems, 27, pp. 411-425.
- Döllner, J. and H. Buchholz, 2005, Continuous level-of-detail modelling of buildings in 3D city models. Proc. of the 13th ACM International Symposium of Geographical Information Systems, ACM GIS 2005, 173-181.
- Gröger, G., Kolbe, T. H., Czerwinski, A. and C. Nagel, 2008, City Geography Markup Language (CityGML). OGC Encoding Standard, Version 1.0.0, OGC Doc. No. 08-007r1, Open Geospatial Consortium.
- Jürgen Döllner and H. Buchholz, 2005, Continuous Level-of-Detail Modeling of Buildings in 3D City Models, GIS'05, November 4-5, 2005, Bremen, Germany.
- Koehnen R. T., 2002, Building 3D Geographic Models in VRML: An Experiment Using USGS DEMs to Build Internet Browser Viewable Terrains, A Senior Project submitted to the Faculty of the Department of Geography, University of Minnesota,

- in partial fulfillment of the requirements for the Bachelor of Science.
- Kolbe, T. H., 2007, CityGML Tutorial, Institute for Geodesy and Geoinformation Science Berlin University of Technology.
- Königer, A. and S. Bartel, 1998, 3D-GIS for Urban Purposes. *GeoInformation* 2(1), pp. 79-103.
- Lattuada, R., 2006, Three-dimensional representations and data structures in GIS and AEC. Zlatanova, S.& Prospero, D. (eds.), *Large-scale 3D data integration—Challenges and Opportunities*. pp. 57-86. London: Taylor & Francis.
- Li, D., Q. Zhu, Q. Liu and P. Xu, 2005, From 2D to 3D GIS for Cyber CITY. 2005 國際空間資訊理論與應用研討會論文集。
- Liebich, T., Y. Adachi, J. Forester, J. Hyvarinen, S. Richter, T. Chipman and J. Wix, 2009, IFC2x Edition 4 beta 2 version, buildingSMART International Limited.
- H. Kolbe T., G. Gröger and L. Plümer, 2005, CityGML – Interoperable Access to 3D City Models, *Proceedings of the Int. Symposium on Geo-information for Disaster Management* on 21-23.
- Tsai, F. and H. C. Lin, 2007, Polygon-based Texture Mapping for Cyber City 3D Building Models. *International Journal of Geographic Information Science*, 21(9), pp. 965-981.
- Zhu, Q., Li, F. and Y. Zhang, 2005, Unified Representation of Three Dimensional City Models. *ISPRS Workshop on Service and Application of Spatial Data Infrastructure*, XXXVI(4/W6), Oct.14-16, Hangzhou, China.