中華民國建築學會「建築學報」第37期, PP.133~155, 2001年8月
Journal of Architecture, No. 37, PP.133~155, August. 2001

都市景觀電腦視覺模擬之課題探討 - 以台南市為例

邱茂林* 藍儒鴻**

關鍵語：模擬研究，都市景觀，電腦視覺模擬，都市設計

摘要

視覺模擬被應用於建築與都市景觀設計、規劃與研究上已有時日。應用電腦視覺模擬有助於研究環境體驗與實質環境屬性的互動關係與動態特質。而應用都市三維數位模型與網際網路以提供規劃設計者與民眾一個共通的視覺溝通工具，可以幫助了解都市景觀之特質與都市設計之程序，也瞭解都市動態發展與未來可能之變化。就都市發展之觀點而言，記錄都市空間之發展有助於瞭解與預測發展變化。

本研究以都市景觀電腦視覺模擬作爲研究方向，探討相關之課題。本研究包括都市模型建構與觀察二部份：第一部份以台南市中心區爲範圍，運用數位地圖建立現階段台南市的三維電腦模型。而運算速度與模擬範圍或模型中物件數量有直接關係。都市空間量體之抽象化程度與精確度須配合都市量體之尺度，因此將比較其運算效能與觀察效果。第二部份爲都市觀察，依照第一部份建立之都市模型作爲觀察之基礎，以都市設計中的四種範圍(都市更新、道路景觀、開放空間、與地標)，抽樣分析其空間特性，並探討電腦視覺模擬對於都市設計審議之配合與功能。因此，本研究所分析的案例與課題，以及所定義的模擬程序與特性，將可幫助未來應用電腦視覺模擬輔助都市設計發展之定位。

Issues in Urban Landscape Visual Simulation with Computers

Mao-Lin Chiu* Ju-Hung Lan**

Keywords: Simulation Studies, Urban Landscape, Computer Visual Simulation, Urban Design

ABSTRACT

Visual simulation is used for architectural and urban simulation for a period of time. Recently, applying computers to visual simulation for experiencing spaces become easier. Meanwhile, urban 3D digital models provide planners and people a visual communication tool, which can help better understanding of the characters of urban landscape, urban design procedures, and also the future development. This research is aimed to study the issues of computer simulation in urban modeling, and two parts are undertaken: (1) the first part is to construct the 3D model of the Tainan city based on urban digital maps, and study of the issues of creating urban models, such as evaluation of the level of abstraction and accuracy of artifacts in urban spaces; (2) based on the first part, the second part is to observe typical urban spaces including urban renewal areas, scenic roads, open space, and landmark buildings, and examine the feasibility of applying urban landscape visual simulation to assist urban design. In conclusion, the case studies, the defined simulation procedure and the issues examined from this study will facilitate future urban development with computer simulation.

* 國立成功大學建築系副教授 Associate Professor, Department of Architecture, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan

** 國立成功大學建築研究所博士研究生 PhD. Student, Department of Architecture, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan

2001年1月9日受稿，2001年4月4日通過

一、前言

景觀(Landscape)即是地貌和地表覆蓋物形成距離之視覺形式。地表覆蓋物包括了水、植物、人類的發展建設，如城市。都市景觀(urban landscape)係指舉目所見都市中人造環境的結構、街道、空間等實質空間形式。而一個地區的實體由所有特徵混合而成，這些特徵可分辨出一個區域和地表其它區域的不同。因此藉由觀察都市景觀之特徵可指認其地形、文化、建築風格、或時間之連續經驗。

視覺經驗之再現與創造新的經驗都是視覺模擬之動機。視覺模擬(visual simulation)被應用於建築與都市景觀設計、規劃與研究上已有時日。而近年來由於電腦運算能力之提昇與成本降低，使得應用電腦作爲視覺模擬以體驗空間之方式更容易。同時應用電腦建立一個環境模型遠比建立一個真實環境來得經濟，有助於研究環境體驗與實質環境屬性的互動關係與動態特質。而應用都市數位模型(urban digital model)以提供規劃設計者與民眾一個共通的視覺溝通工具，可以幫助了解都市景觀之特質與都市設計之程序，也瞭解都市動態發展與未來可能之變化。

本文中所提及的「視覺模擬」，乃針對一環境、物件、或設計做一真實或創造的照片、影像；其或可幫助人們了解計劃中之方案在視覺上景觀的影響，或只要能在視覺上表現或創造其他事物之影像的任何方式均可稱之。而「電腦視覺模擬」強調的是應用電腦如彩繪 (Rendering)、電腦動畫(Animation)、多媒體(Multimedia)、甚至虛擬實境(VR)等技術使得視覺模擬研究更爲方便。

電腦視覺模擬乃是利用電腦運算處理的功能，對環境中的真實物件或是構想中的設計作視覺上的圖像或形式模擬。利用電腦進行都市景觀視覺模擬，除了能幫助設計者於規劃設計階段的決策之外，亦有助於對特定開發案之視覺景觀品質與景觀管制等做更有效的評估，也提供與民眾溝通協調的工具 [郭瑞坤，1996]。

隨著都市快速變動，都市設計在於借由都市規劃與更新以提昇都市空間品質或樹立都市風格，而都市設計審議制度的建立可透過都市景觀模擬以瞭解都市空間架構與活動，以及預視可能之建設與都市成長管理。都市設計的目標就是利用都市設計來支持理想的生活方式並找到成熟穩定的都市形式。因此，都市設計應包括勾勒都市的願景(vision)，即提供對於都市問題與解答的看法，以及達成以此看法爲目標的機制，如圖1。因此，電腦視覺模擬輔助都市設計與其審議程序之目的應是反映這樣的看法，並提出一檢驗回饋之機制 [邱茂林，1999]。

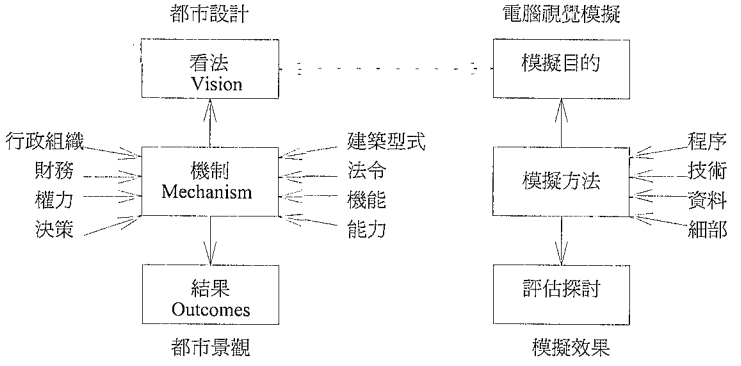


圖 1：電腦視覺模擬與都市設計之關係

二、都市景觀模擬回顧

2-1 國內發展現況

國內都市與建築相關單位雖在設計規劃方面早已使用電腦，但可說是才開始探索電腦在都市景觀模擬之功能。目前國內相關之應用研究剛起步，普遍是以單棟建築物爲對象之模擬。至於更大層級之都市街廓或特定區，以台北市政府都市發展局所進行之都市設計管制地區如信義計畫區爲例，電腦模擬是用來預測未來實質環境發展，並幫助都市設計審議之進行[呂坤成、吳偉杰1995]。表1說明國內近年來的視覺模擬案例的模擬單位、時間、範圍、目的、與應用技術。這些案例主要是景觀模擬應用，少數兼具技術性之探討。

表1：國內視覺模擬案例

模擬單位	模擬時間	模擬範圍	模擬目的	模擬技術
台北市都市發展局	1994	台北市信義計劃區	分析信義計劃區量體關係	電腦彩繪
行政院文建會、劉祥宏建築師事務所	1993	台北市西門街道	街道招牌改善計劃提案	電腦動畫
劉祥宏建築師事務所	1995	淡水新市鎮	分析新市鎮計劃量體配置關係	電腦彩繪
經濟部工業局、許志祥	1993	花蓮和平水泥專業區	環境影響評估 景觀模擬	電腦動畫
逢甲大學、李素馨	1998	中山高速公路沿線景觀道路	高速公路與景觀道路沿線沿線之景觀模擬	電腦影像分析
台灣科技大學 許世明	1998	台北市木柵捷運沿線	捷運沿線之景觀模擬	數位錄影與電腦影像合成
高迪多媒體	1998	台中市精明一街道路	商業街道路景觀改善提案	電腦動畫 多媒體
柏森建築師事務所，	1990	台北市中國信託公司總部大樓基地	表達量體與街道關係	電腦彩繪與影像合成
中國興業建築師事務所	1997	台北市中國石油公司總部大樓基地	表達量體與街道關係	電腦彩繪
李祖原建築師事務所	1998	台北市國際金融中心基地	表達量體關係	電腦彩繪與影像合成，電腦動畫
國家高速電腦中心、國科會	1997	台南科學園區	表達量體關係	電腦彩繪 虛擬實境場景
中華顧問工程、新見設計規劃顧問有限公司	1997	台南科技工業園區	表達量體關係	電腦彩繪 電腦動畫
新見設計規劃顧問有限公司	1998	嘉義縣中正大學特定區	特定區設計規範 設計審議	電腦彩繪 電腦動畫
成大建築系電腦輔助設計研究室	1997	台南市成大光復校區	表達校區之量體與開放空間(榕園)之關係	虛擬實境場景 電腦動畫
成大建築系電腦輔助設計研究室	1998	台南市孔廟文化園區	表達孔廟文化園區之規劃與量體關係	電腦彩繪 電腦動畫
台大建築與城鄉研究所、王超偉	1998	新竹市火車站前街道	分析模擬場景之辨識性與正確性	VRT 虛擬實境場景與 WWW
文化大學建築及都市計劃研究所、溫國忠	1998	台灣省都市計劃用地	都市設計準則三度空間的電腦模擬	繪圖界面設計 電腦彩繪與動畫

資料來源：本研究

同時，近年來國內大型工程如高速鐵路、捷運工程、工業區、風景區之開發，也皆以電腦視覺模擬作爲都市設計審議或環境影響評估之說明 [邱茂林，1999]。例如花蓮和平水泥專業區以電腦動畫製作景觀模擬，其模擬過程是首先沿著鐵公路拍攝沿路實際景觀，另一方面把等高線、土地使用分區、廠房等硬體設施等資料電腦建檔，完成電腦模型，最後影像合成，於是可看到沿路景觀由現況到未來的變化情形。此外，國家高速電腦中心配合國科會之計劃以虛擬實境技術模擬台南科學園區規劃構想中的園區量體。中華工程顧問與新見設計規劃顧問有限公司受台南市政府委託以台南科技工業園區之規劃構想利用電腦模擬園區之未來量體關係與意象。

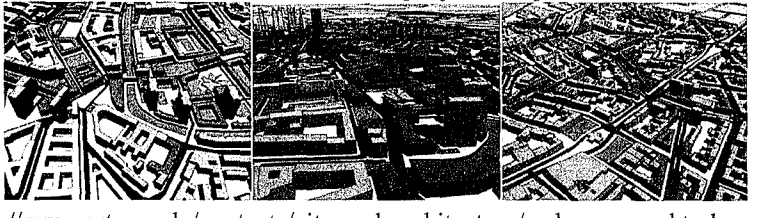
然而國內普遍以個人電腦硬體條件作視覺模擬，在以整個都市或都會區爲模擬對象的尚未進行。同時目前都市景觀之評估普遍以問卷與專家評估方式爲主，其投入分析之人力與時間或效果皆值得檢討。電腦視覺模擬在都市設計審議或環境影響評估之應用仍侷限於少數地區或大型工程，其普遍性與認知接受程度也尚待發展。

2-2 國外發展現況

環境視覺模擬在國外發展已有一段時期，環境模擬爲一種有效的研究技法，尤其動態視覺模擬技法在表達真實環境的高度能力，較著名的研究單位包括加州大學柏克萊分校的環境模擬實驗室。環境模擬在環境規劃與設計上的價值，對設計者而言可視爲一種有用的溝通媒體與方法，也是一種有效的決策工具[黃世孟 1986]。

在建築相關之學術領域，國外之發展以美國加州大學洛杉磯分校(ＵＣＬＡ)、英國的Strathclyde大學、加拿大多倫多大學景觀研究中心(Centre for Landscape Research)、日本的大阪大學、澳洲的Adelaide大學之研究較具成果。例如美國加州洛杉磯市(Los Angels)以能整個都市爲對象進行街道走過與飛越建築物之觀察方法，管理龐大之資料量，並應用電腦材質貼圖(mapping)技術，與整合錄影技術。此外，日本建設省建築研究所在都市開發應用電腦模擬技術之研究亦具成效，並將資料運用在都市防災之模擬 [小林英之，1997]。

國際都市中，美國的賓州費城市(Philadelphia)，英國的巴斯市(Bath)，倫敦市東區(London)，與愛丁堡(Edinburgh)舊城區，德國的柏林市(Ｂｅｒｌｉｎ)，加拿大的蒙特利爾市(Montreal)，日本的橫濱市(Yokohama)，澳洲的亞德雷市(Adelaide)等皆以完成不同尺度的都市模型以輔助都市開發之研究 [邱茂林，1999]。圖2爲德國柏林市的量體模擬，不僅可以虛擬導覽，並且線上提供影像資料庫(image bank)。圖3爲澳洲亞德雷市的量體模擬，利用都市量體視覺化幫助確定發展計劃之效果，都市電腦模型主要利用塊體模型與數位照片作初步模擬，並且進一步可以虛擬導覽主要建築物 [Day，1998]。



資料來源：http://www.artcom.de/contacts/city-and-architecture/welcome.en.shtml

圖２：德國柏林市的量體模擬



資料來源：http://ch1.gisca.adelaide.edu.au/kra/am.html

圖 3：澳洲亞德雷市的量體模擬

表2爲國外視覺模擬案例，包括了研究案例與實際案例。模擬單位包括政府單位、學校研究單位、與電腦企畫單位。其模擬範圍從單棟建築、街廓到整個城市皆有。模擬目的從新建工程計劃提案，都市更新、歷史建築維護、到環境影響評估與模擬技術探討。模擬技術包括了一般的電腦彩繪與電腦動畫，到虛擬實境。將視覺模擬透過網路傳遞以達溝通之效果，或利用虛擬實境(VR)瀏覽，或與地理資訊系統(GIS)或衛星定位系統(GPS)結合以提高資料附加使用價值都是目前之研究方向。

表 2：國外視覺模擬案例

模擬單位	模擬範圍	模擬目的	模擬技術
日本建設省建築研究所	都市景觀(街廓與街道等)	表達量體關係 色彩計劃	電腦彩繪
日本大阪大學 Sasada Lab	關西機場	新建工程計劃提案量體關係與色彩計劃	電腦彩繪 電腦動畫
日本大阪大學 Sasada Lab	京都市	表達量體關係與管制計劃	電腦彩繪 電腦動畫
日本熊本大學 Morozumi Lab	九州熊本市熊本城周邊	量體改善計劃提案	電腦彩繪 電腦動畫
德國 ART+COM gmbh	德國柏林市	表達量體與街道關係	電腦彩繪/動畫 虛擬實境
英國 Strathclyde 大學	英國愛丁堡(Edinburgh)舊城區	表達量體與街道關係	電腦彩繪 電腦動畫
英國 Bath 大學 CASA	英國巴斯市(Bath)	表達量體與街道關係	電腦彩繪 電腦動畫
澳洲的 Adelaide 大學	澳洲 Adelaide 市	環境影響評估 景觀模擬	電腦彩繪 電腦動畫
美國加州大學洛杉磯分校 UCLA	美國加州洛杉磯市	景觀模擬與模擬技術探討	數位資料整合 虛擬實境
加拿大多倫多大學景觀研究中心	加拿大多倫多市	景觀模擬與模擬技術探討	數位資料整合 地理資訊系統

資料來源：本研究

三、研究內容

台南市爲台灣重要之文化城市，府城之地位可從歷史與都市發展之角度來看。台南市都市空間形成具有諸多地理、歷史，與社會之因素。就歷史而言，其發展過程歷經荷據、明鄭、清、日據、民國等時期。就區位而言，空間上具有運河區(安平運河)、文化資產保護區(孔廟、赤崁樓、安平古堡等)、城牆、商業區、與文教區等。就都市發展之觀點，城之起源與形成、開發與破壞種種變化與都市化習習相關。現階段之台南市由於人爲之改變(城牆之拆除，道路拓寬、重劃區開發、市政府遷移等)，原有都市之紋理已逐漸被改變。就都市發

展或歷史文化之觀點而言，記錄都市空間之發展有助於瞭解與預測發展變化。同時，如何將一個擁有集合的人造物、記憶與經驗的城市藉由電腦模擬方式呈現其都市發展過程與特性不只是視覺模擬之電腦技術問題，也是模擬研究方法之問題。

在電腦視覺模擬之研究領域，有關電腦模型的建構（模型細部、最佳化）、場景真實感（光影、材質）的創造以及使用者界面（人性化）的探討是三大主題。將電腦應用於大型都市模型之模擬，無疑地將考驗電腦對於大量資料及運算速度之處理能力。本研究乃針對電腦應用於都市模型模擬所衍生之課題進行研究，探討現階段電腦在都市模型模擬之限制及其應用性；研究過程以台南市都市模擬爲例，針對不同性質之都市空間進行案例探討，分析電腦模擬技術之適用性，並且對於電腦輔助都市設計審議之可行性進行研究。本研究所探討之主題包括：

1)都市數位模型之特性？
2)數位地圖之運用？如何聯結與管理各種資料？
3)如何表達都市細部？如何決定其模型抽象化程度(level of abstraction)與精確度(accuracy)？
4)都市電腦模擬之應用性？不同類型都市空間之電腦適用性？
5)如何藉由都市模型觀察都市空間之特性？如何讓民眾藉由視覺模擬瞭解都市環境特質與問題？
6)電腦輔助都市設計審議之可行性？

因此，本計劃研究內容包括都市模型建構與觀察二部份。第一部份以台南市中心區爲本研究之模擬範圍(約三公里直徑)，進行都市模型建構，模擬區域包括台南市文化資產保護區、台南古城牆、市中心商業區、文教區以及運河區等，此階段申請台南市政府所提供之數位地圖據以建立台南市之三維電腦模型，而運算速度與模型中物件數量有直接關係，都市空間量體之抽象化程度與精確度須配合都市量體之規模與尺度，因此將比較其運算效能與觀察效果。第二部份爲都市觀察，根據上述所建立之都市模型進行本研究之課題探討，並且針對都市設計中有關地標、道路景觀、都市更新與開放空間等四種類型空間進行檢驗，分析電腦視覺模擬之適用性，並藉以探討電腦視覺模擬在都市設計審議中所扮演的角色。至於本研究之方法主要分爲資料收集、模型建構、模擬檢驗、與觀察分析等四大部份。

台南市的都市紋理因地形、歷史、與人文等因素所形成。現階段都市設計綱要計劃中已有三個文化園區(孔廟、赤崁、安平)之規劃、舊市中心之活化、鐵路地下化、商業圈等計劃[翁金山，1998]。主要都市結構將因現階段與未來之都市發展方向改變，尤其是交通網路之聯結。因此整個研究進行的主軸是以林區(K. Lynch)之都市觀察方法來建構都市模型爲基礎，以現階段之地貌與地物，從都市意像之元素如都市道路(paths)，邊緣(edges)，區域(districts)，節點(nodes)，與地標(landmark)分別建立，舉例如表3。

表3：台南市的都市空間元素與範例

範圍	例
道路（paths）	商業街（中正路）、文化街（大學路）、文化街（南門路）、歷史街（延平街）等
邊緣（edges）	舊城門與城牆位置
區域（districts）	民生綠園、孔廟文化園區（規劃中）、安平運河
節點（nodes）	圓環（西門、東門）
地標（landmark）	公共建築（台南車站、消防隊、舊市政府）等

模擬之架構如圖4，從建築物(個體)、街廓或特定區(組合體)、到都市(組合之總體)由小至大的尺度進行模擬，同時配合不同之理論與輔助運算技術。因此，本研究擬就都市設計中之地標建築、道路景觀、都市更新、與開放空間之設置等個案來討論電腦視覺模擬之程序與技術。

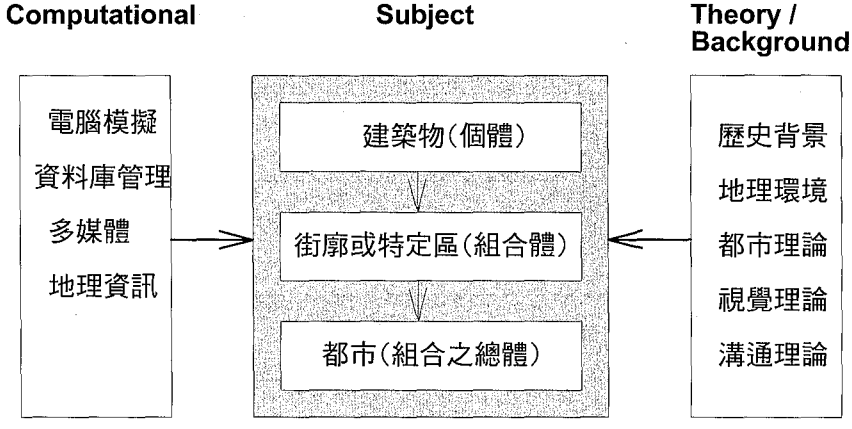


圖4：都市景觀模擬之架構

四、都市電腦模擬課題探討

本節乃在於探討電腦模擬過程中相關課題，以作爲未來都市景觀模擬之配合條件與建議。爲了支援電腦視覺模擬之需要，都市模型應具有其基本特性包括：1.綜合性(comprehensiveness)，2.模型結構(model structure)，3.理論(theory)，4.模型技術(modeling techniques)，5.動態性(dynamics)，6.資料要求(data requirement)，7.評估和驗證(evaluation)，8.操作性(operation)，與9.應用性(applications)[邱茂林，1999]。其內容可以反映到資料來源、運算效率、模擬範圍與觀測點、模擬細部、代表性、真實性、正確性、與時間性等方面，分別敘述如下。

4-1 地理資訊與數位資料

電腦模擬首先須有地理資訊或數位資料。傳統方式是將航測圖數化後再建構模型，不僅費時且不準確。現階段許多城市配合都市計劃通盤檢討同時將地形測繪圖數化，製作都市計劃地形圖。以下分別對地理資訊資料來源與資料管理說明。

1. 資料來源：

電腦模擬必須仰賴基礎資料，包括都市計劃現況航測圖或地形圖等。如果直接由數位化地圖建構都市模型，則可節省電腦輸入之時間與人力，其準確性也較高。國內都市計畫地形圖之數位化工作，始於民國七十四年內政部開始辦理基本地形圖數化工作，由於業務內容與ＧＩＳ相近，應可謂國土資訊系統推動開端。民國七十五年國建會建議發展國土資訊系統。民國七十七年行政院經建會完成「建立國土資訊系統綱要計畫」，經行政院核示，請行政院經建會協調內政部成立工作小組推動。民國七十九年四月九日內政部邀集有關單位研商成立「國土資訊推動服務工作小組」宜，並於同月正式成立「國土資訊系統推動小組」及九大資料庫分組等各級推動組織，正式開始推動工作。各級政府也陸續配合建立數位地圖。

內政部資訊中心(http://ngis.moi.gov.tw/)整理相關之資訊。

國內的都市計畫地形圖數位化工作單位分散。中央單位如內政部、經濟部等，省級與地方政府分別進行，其採行之圖檔規格與圖層規定並不一致，出圖比例尺也不相同，參見表4。由於各地之製作費用係自籌，各城市主管單位均提供公眾申請使用，其收費標準不一，收費主要作爲更新維護之基金，同時內部平行單位申請使用則有折扣。

表4：國內各城市數位圖檔之比較

名稱	數位圖檔	圖檔規格	備註
內政部	1/25000 像片基本圖及圖檔 1/5000 像片基本圖及圖檔	DXF	可申請 機密分級
基隆市	1/1000 都市計畫地形圖 1/3000 都市計畫地形圖 1/5000 縮編圖 1/10000 縮編圖	AutoCAD .dwg 或 .dxf	計畫87年底驗收 詮華測量公司製作
台北市	1/1000 圖檔，對外銷售 1/5000, 1/10000, 1/25000 圖檔， 供應辦法製定中	Microstation .dgn	收費、須申請
台北縣	1/1000 都市計畫地形圖	AutoCAD .dwg 或 .dxf	台北盆地內13鄉鎮市由成大測量系製作
台北縣 汐止鎮	1/1000 & 1/3000 都市計畫地形圖	AutoCAD .dwg 或 .dxf	由詮華測量公司製作 計畫88年底驗收
新竹市	84年度地籍重測區 1/1000 地形現況圖	AutoCAD .dwg 或 .dxf	僅局部地區完成 成大測量系製作
台中市	1/1000 都市計畫地形圖		中華工程顧問製作 計畫執行中
台南市	1/1000 都市計畫地形圖 1/6000 都市計畫參考圖	AutoCAD .dwg 或 .dxf	收費、專案申請 成大測量系製作
高雄市	1/1000 都市計畫地形圖 1/3000 都市計畫參考圖	Microstation .dgn	收費、須申請
高雄縣 岡山市、鳳山市、永安鄉、梓官鄉	1/1000 都市計畫地形圖	AutoCAD .dwg 或 .dxf	亞新測量公司製作
花蓮市	1/5000 地形現況圖 (國道新建工程局委託)	AutoCAD .dwg 或 .dxf	詮華測量公司製作
南橫公路	1/5000 地形現況圖 (國道新建工程局委託)	AutoCAD .dwg 或 .dxf	成大測量系製作

資料來源：本研究

一般數值都市計劃地形圖並不保留建築物高程資料。台南市都市計劃立體測繪時，也包括相對於基隆平均海水面之高程值(Z)，但在編輯數位地形圖時將Z值刪除，一般房屋之樓層數假設以三公尺爲一樓層高度，標示其樓層數。但在現場調繪時，則會依實際現況更改之。後續在電腦模擬時，高程設定須將上述因素納入考慮。因此，如何以三維之模式保留模擬所需之資料爲相關都市數位地圖製作單位未來考慮之因素。

同時在建築物共界時，以較高者與永久性建物優先測繪，各別建築物並未作等高平面封閉完整之處理。因此，地形圖須先以程式自動編輯(可使用AutoCAD中的Autolisp)，否則須轉檔再藉助於GIS軟體之查核(例如ArcInfo的close polygon)，而增加電腦模擬之模型建構時間。

2. 資料管理：

數位數位地圖之基本資訊主要從航測圖而

來，部分航測資料過於老舊，與現況多所出入，因此如何有效地將圖檔資料更新及訓練人員維護系統，必須加以考量。同時數位地圖之製作包含相當多之圖層屬性設計，圖檔資料動輒數十MB，對於3D量體模擬而言，許多圖層並不需要。例如台南市安平運河段數位地圖之圖層共有180個圖層，圖5。三維模型建構原則上僅需包含道路、基地、建物等輪廓線基本圖層即可，其餘圖層不僅加重系統負擔，並且增加轉檔的複雜性與困難度。以AutoCAD而言，最好先將原始數位圖檔進行圖層修改計劃，將不需要之圖層刪除。台南市安平運河數位圖檔原始2D數位資料大約爲6MB，修改後之資料量成爲2MB。再以修改後之2MB檔案進行3D量體模擬。利用資料管理提昇模擬之效率，是模擬者應該規劃的重點。上述例中進一部利用運河道自然產生之運河兩岸，將修改後之圖檔一分爲二，讓兩位模擬者能同時平行作業建構兩岸之模型，各別圖檔完成後再進行圖檔合併。藉由這種方式不僅減輕硬體負擔、且提昇模擬效率，對後續之資料維護管理亦有優點。

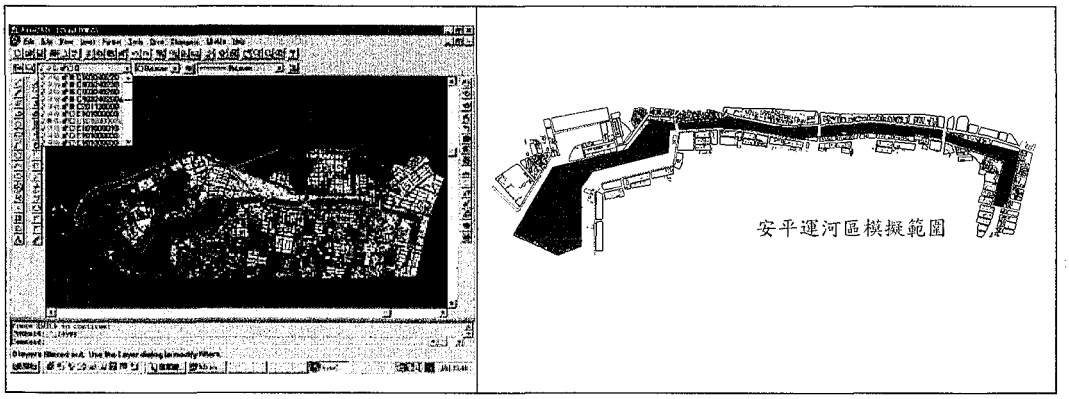


圖 5：安平運河數位地圖圖層與模擬範圍

4-2 資料量與運算效率

視覺模擬的運算速度受資料量影響至鉅，以台南市中心區、海安路街廓、火車站特定區、孔廟文化園區、孔廟、大學路爲例，其比較如表五，包括不同之多邊形數、建築物數、燈光設定、貼圖等因素，產生對於著色時間之影響。例如，圖 6 爲台南市中心區(三公里直徑)量體模擬圖，當檔案資料量36MB，多邊形數610,000，約2萬個物件數(建築物數18,000)，光影模式爲光跡追蹤法(Raytracing)，則著色時間(解析度4000x3000) 約5分鐘。

表 5：資料量與運算效率之比較

	台南市中心區	海安路街廓	火車站特定區	孔廟文化園區	孔廟	大學路
檔案資料量	36MB	2.3M	17MB	4MB	36MB	15,866KB
多邊形(polygon)數	610,000	35,997	435,995	62,043	1,300,000	270,088
建築物數	18,000	1,322	7,182	2,269	10	7713
燈光設定	omni x2 direct x1	omni x2 direct x1	omni x3 direct x1	omni x2 direct x1	omni x2 direct x1	omni x2 direct x1
貼圖	無	無	有	無	有	有
著色時間 (無陰影)	5 min (解析度 4000x3000)	2 min 8 sec	10 min 33 sec	1 min 22 sec	38 min 57 sec	7 min 20 sec



圖 6：台南市中心區量體模擬圖

由於資料量龐大之關係，在不影響品質或真實度之狀況下，爲提昇運算效率之對策包括：

1.電腦工作站或高速電腦運算：本研究協調國家高速電腦中心配合進行，以SGI高速電腦及Performa軟體爲測試平台，由於只接受固定資料格式(例如.3ds)，同時須將多邊形(polygon)處理成三角面，資料轉檔可能產生錯誤。以含海安路鄰近的四個街廓爲基地範圍的3D量體爲例，若不含材質，線框著影(wireframerendering)，面著影(surfacerendering)，則著色速度爲即時(real-time) 1秒10張。

2.多部個人電腦網路運算：本研究以Pentium-II 350MH，128MB RAM電腦條件，Window NT作業系統下，3DS Max R2.5軟體，進行網路著影時間測試，著影時間遞減如圖七。三台電腦同時運算約可降低一半運算時間。由於網路運算不只是著影時間，另外傳輸時間亦降低其效率，因此實際運算時間較預測時間長。

3.分區段運算再合成：就技術上而言，可以設定座標點分區段(前景/中景/背景或大小區域)再加以合成；但就操作上而言，則增加困難度，同時必須有詳細規劃才能符合需要。

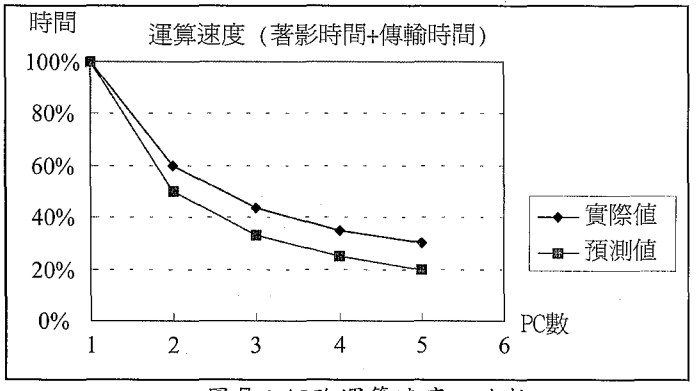


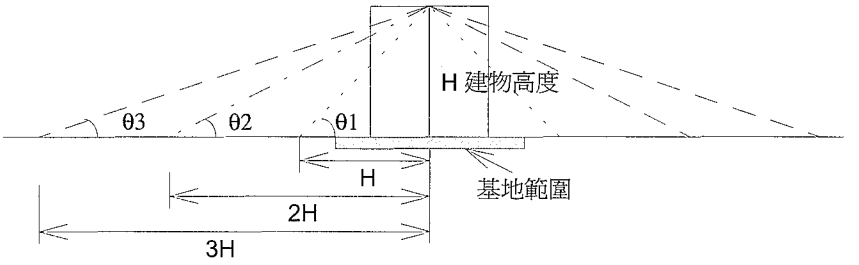
圖 7：網路運算速度之比較

綜合上述，高速電腦之運算環境對於學術研究或重大工程較具幫助，但對於實務之幫助可能不理想，包括檔案傳遞或經費等因素。在經濟因素下，採多部個人電腦網路運算或分區段運算再合成較可行，否則得減少資料量或細部，但亦影響品質與真實度。

4-3 模擬範圍與觀測點

模擬範圍與觀測點爲模擬時二個重要考慮條件。模擬範圍即是在決定被模擬物之觀測條件，而觀測點即從人眼在地面自然觀測到景觀的位置，通常是位於重要交通路口，即人群容易停留且視野良好爲優先考慮地點。電腦模擬都市模型必須針對模擬目的訂定模擬範圍，例如可針對都市某區之高度管制、容積管制、面臨古蹟因素、開放空間、商業街再生、景觀道路改善等設定模擬目的，再根據此模擬目的訂定模擬範圍。訂定模擬範圍之工作能避免資料量之浪費及提升電腦運算效率，必須確實執行。對於常見的都市模擬目的，於界定模擬範圍後，必須設定合理的觀景視點（人視點、鳥瞰等）、觀景路線甚至觀景速度等以符合模擬之目的需求。

台北市都市設計建築開發工程審議申請案圖件審查資料規定「敷地及環境影響分析圖」之比例尺至少1/1000，且以基地相鄰一個街廓及預定建築物最大高度兩倍距離中較大者爲範圍，檢討基地開發內容對地區交通、物理環境影響。因此相鄰街廓之距離及預定建築物最大高度爲二個參數條件。由於視距與被視物之高度有一定之觀視關係，若觀察距離爲高度（H）之1倍、2倍、與3倍，則觀察角度分別爲θ 1=45°，θ 2=28.6°，θ 3=18.4°，圖8。也就是2倍時其仰視角較適合於人的生理條件。就相鄰街廓之距離而言，模擬範圍端視基地本身之條件，而建築物高度成爲客觀條件。若以模擬範圍而言，模擬者可選擇將被觀測物加上500至800公尺，或加上一個街廓之水平距離作爲模擬範圍，以避免遺漏鄰近重要景觀因素。雖然相對之範圍較大，其建構時間也較長，但是效果應較佳。



模擬範圍與建物高度之關係

圖 8：被模擬物高度與模擬範圍之關係

4-4 模擬細部

對於靜態的影像而言，模擬之細部(level of detail)能夠強化模型之視覺化特徵，而動態影像之模擬則牽涉到觀景速度之設定。本研究依照模擬之需求條件，如模擬對象、真實性、色彩、材質、觀景速度等將模擬細部區分爲五級，包括概念模式、抽象模式、映象模式、擬真模式及全真模式，如表6，以二棟不同時代之建築(林百貨與宏觀)作爲比較之示範。

模擬基本項目包括幾何原型、抽象量體、開口、色彩、材質、細部及光影等。針對上述兩棟建築之模擬細部模式，可以比較不同模擬

細部、資料量、多面體數、著色速度等需求之　　電腦運算效能，表7。

表 6：模擬模式與細部

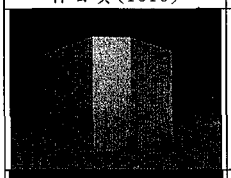
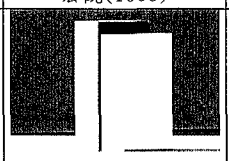
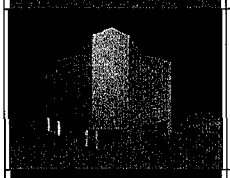
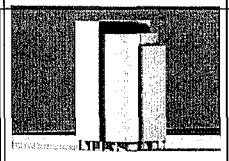
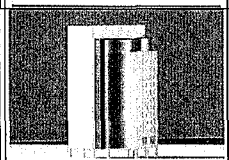
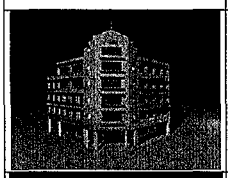
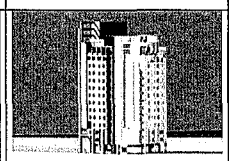
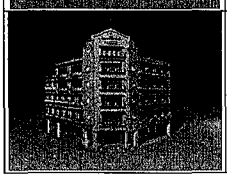
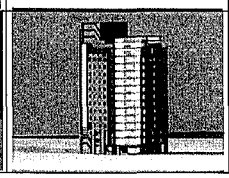
林百貨(1910)	宏觀(1998)	說明
		概念模式 (Conceptual mode) 幾何原型(無開口)+(色彩)
		抽象模式 (Articulated mode) 抽象量體(無開口)+(色彩)
		映象模式 (Imagery mode) 抽象量體+材質貼圖(含開口部)
		擬真模式 (Photo reality mode) 抽象量體+構造細部+材質貼圖(含開口部)
		全真模式 (Real mode) 抽象量體+開口部+構造細部+完整材質貼圖

表 7：林百貨與宏觀大樓數位模型特性比較

	模式	概念模式	抽象模式	映象模式	擬真模式	全真模式
資料量(KB)	林百貨	51	67	102	296	727
	宏觀大樓	56	81	386	1037	1399
多邊形數(個)	林百貨	28	424	1844	3296	14600
	宏觀大樓	36	1408	7149	23216	33300
著色速度(秒)	林百貨	7	8	9	21	29
	宏觀大樓	8	11	65	95	148

註：模擬軟體3DS MAX R2.5，硬體Pentium II 350， 128MB RAM。

4-5　抽像性、代表性、真實性、正確性、時間性

對於模擬而言，當然真實感、正確性是非常重要的，然而由於資料量與運算速度之考量，不得不將模型模擬根據不同需求予以適當簡化。Sheppard(1989)認爲有效的模擬，其基本原則爲：(1) 代表性(representative)；(2) 正確性(accurate)；(3) 可信度(belief)；(4) 清晰度(clear)；

(5)無偏見的(broad-gauge)。真實感與正確性是景觀評估的基礎，但是往往爲了資料的因素或運算效率的考慮，往往簡化模型之內容。

1.抽像性：人造物與自然物爲都市景觀之主要被觀察物，人造物之形狀、顏色、陰影、材質（屋頂、立面、量體、細部），自然物(植栽、地形)、設計主體（路燈、公共設施傢俱等）、活動等（交通、人物等）等皆須考慮其角色與重要性而決定抽象化之程度。抽象性(abstraction)的考慮因素：(1)大型都市模型模擬中屋頂、天際線、立面、量體細部；(2) 色彩；(3) 陰影與5. 反射；(4) 地面細部與材質；(5)活動(例如交通與人)；6)樹木與植栽。

2.代表性：代表性包括時間上與物理狀況上的條件。一般模擬是以"現況"爲模擬，建築物外圍可能因年久失修或油漆蝕色等與原貌有了差距。台灣空氣品質不佳，也造成立面有一層污塵，廟宇建築更是經常被常年之燒香燻黑。例如：台南市三級古蹟景福祠在模擬時，門神之畫像早被香煙燻的無法辨識。只好以同一畫師之其他門神作品代替貼圖。但是模擬時一般均以"理想狀況"爲主，而某些地方天候狀況不佳以致幾難有理想狀況之觀視條件，其影像之"代表性"便值得深思。

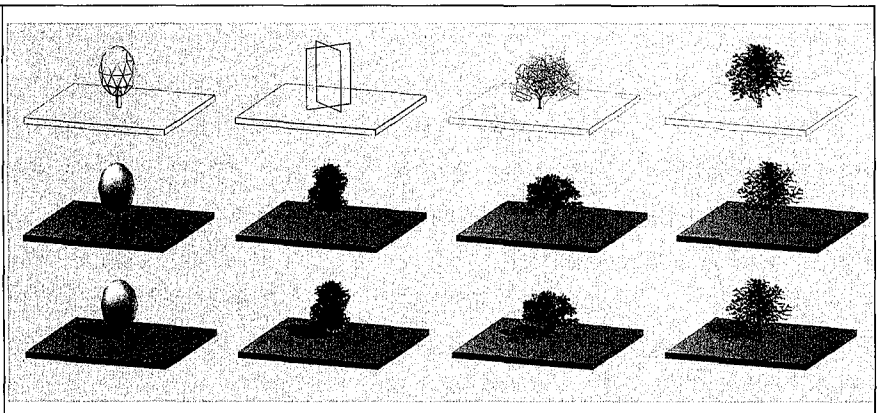
3.真實性：一般都市中地形之坡度變化，隨各地而異。例如台南市中心的地形高差10公尺以上，但是在電腦模擬中卻無法看出其坡度變化。以一公里之道路距離而言，前後10公尺之變化，僅占1%。因此，通常模型建構時會將基地視爲平地處理，以簡化運算之複雜性。同時一般建築物立面影像可能包括樹木、路燈、電線桿、停車等各種遮蔽物，且因爲取景位置之角度問題，很難正確地取得立面影像。對於模擬現況如地形起伏、植栽、點景等物件，採正確性之模擬在技術上是可行的，然須花費相當多時間，再加上資料量及運算速度之考量，如無必要，應以真實性之模擬替代即可。例如樹之”正確”模擬一直是一個課題，模擬從無到有當然是絕然不同，然而從有一棵樹到有一棵與現況一樣的樹就可以有不同真實程度之模擬。尤其是樹木爲都市景觀之重要元素，表八顯示一棵樹的三種狀態(網構面、貼圖後結果、加上陰影) 以及四種表示法，包括圓球狀之簡化樹、十字交叉面樹、折衷樹、與3D樹。由於四種表示法之效果不同，因此使用時機便不同。例如圓球狀之簡化樹以概念表示爲宜，折衷樹或3D樹具較佳之真實性，適於靜態模擬時使用。動態模擬時則以十字交叉面樹較省時。

4.正確性：模擬之正確性(accuracy)可以避免誤導，是一個很重要的課題。在目前之視覺模擬中一般並無說明模擬之條件(位置、視距、角度、時間等)，以致無法求証。由於電腦視覺模擬容易製作錯誤或不可能存在之影像，正確性所引發法律之問題更是須正視的。因此相關的正確性檢核程序應研究其可行性，如何確保基本幾何資料之正確並兼顧視覺感官模擬之”正確”，避免產生錯誤影像誤導模擬結果的問題。正確性的考慮因素包括：(1)位置、幾何形狀之正確性；(2)顏色、材質之正確性；(3) 光影之正確性(例如日夜景)；(4)植栽之正確性(例如以半透明植栽看到背景以免遮蔽觀察主體)；(5) 法律之依據(Legal Liability)，即如何依照確實之模擬結果判斷，以及避免不確實之模擬所可能誤導決策所引發之爭議。

5.時間性：對於一個老城市而言，自然力(地震、水災、風災)可能改變了地形地貌，或因都市更新常需改變地形與地貌。例如都市計劃預定道路之拓寬，建物與道路之關係也同時改變，道路中心線與地籍圖資料皆會改

變，連帶地公共設施如排水溝、路燈等也接著變動。視覺模擬之目的如果是在比較前後之改變狀況，其時點與內容之考慮便很重要。時間性之考慮因素包括：(1) 模擬之時點；(2) 資料的正確性；(3) 地形、地貌的正確性；(4) 法律性。

表 8：樹模型特性比較

網構面 貼圖後結果 加上陰影				
面個數	96 faces	4 faces	6565 faces	23120 faces
著色時間	1 sec./2sec.	2 sec./4sec.	7 sec./2min50sec.	6 sec./10min03 sec.

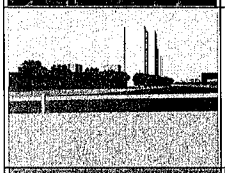
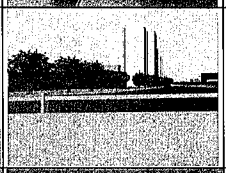
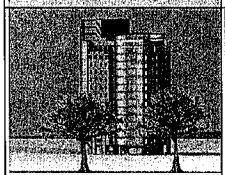
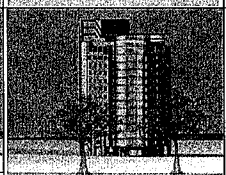
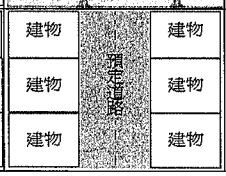
綜合上述討論，表9提供視覺模擬之參考以指認相關課題。設計規劃者在決定模擬之方法或方向時應以是否達成模擬目的爲主要考量因素。

五、案例模擬探討

台南市都市計畫地形圖數位化爲台南市政府委託國立成功大學測量系製作，惟資料以民國八十六年七月測量圖爲基礎。數位圖檔是以軟體AutoCAD製作二種比例尺1/1000與1/6000的R12版本圖檔(.dwg與.dxf)。其中1/1000都市計畫地形圖計約有484張，資料量爲357MB，1/6000 都市計畫參考圖有 67 張，資料量爲 93.4MB 。圖檔大小依內容可從 37KB 到 5MB 不等。公眾可向都市計畫課申請付費使用數位圖檔。本研究即以此爲模擬基礎進行三維模型建構，並以數位相機記錄建築物立面等影像，再進行編輯處理，作爲模擬貼圖使用。

由於本研究所建立之台南市都市數位模型範圍，涵蓋了目前台南市都市計劃中如孔廟、赤崁、安平等三個規劃中之文化園區、市中心區之再生計劃、火車站鐵路地下化以及商業圈等計劃，從中定義模擬範圍與目的爲首要工作。圖9顯示台南市地理位置、交通道路、與各主要文化園區之關係。由台南市道路交通動線可瞭解各模擬範圍是由主要交通串連在一起的。都市空間類型爲本研究選擇模擬範圍之主要考慮因素。因此本研究界定地標建築(林百貨、宏觀大樓)、道路景觀(中正路、大學路)、都市更新(台南車站特定區)與開放空間(安平運河、孔廟文化園區)等四種範圍以表達點狀、線狀與面狀等之量體關係與提供後續都市設計之參考。

表 9：視覺模擬課題探討之參考圖例

圖例一	圖例二	課題說明
		【抽象性】 屋頂、天際線、立面、量體細部的重要性。 行動物（交通、人物、...）之抽象化模擬。
		【代表性】 景福祠門神之畫像早被香煙燻的無法辨識。只好以同一畫師之其他門神作品代替貼圖。
		【寫實性】 植栽、點景等物件，如無必要，應以寫實性之模擬替代即可。
		【正確性】 植栽之正確性（透明性）。
		【時間性】 都市計劃預定道路之拓寬，建物與道路之關係也同時改變。

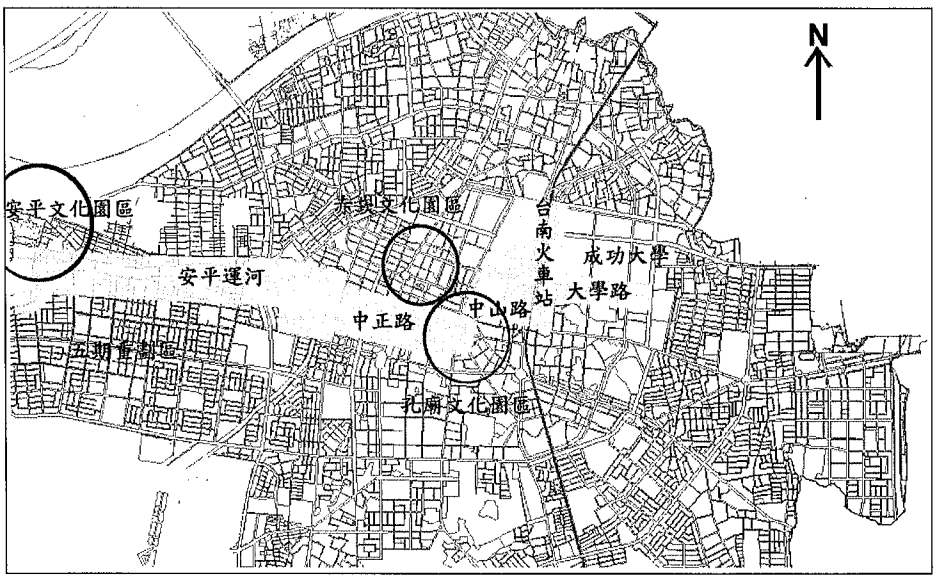
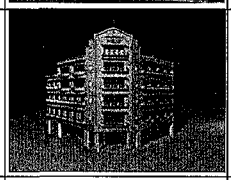
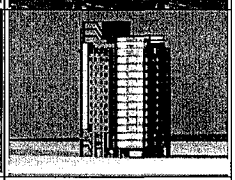


圖 9：台南市都市計劃關係圖

5-1　地標建築（林百貨、宏觀）

地標建築模擬之目的在於表現地標區位與建築造形之特色。本研究模擬地標建築包括林百貨與宏觀。其資料量，物件數量，與多面體數量與模擬之結果如表10，儘量利用材質貼圖方式即可節省運算時間。模擬細部模式之決定雖然應以使用時機爲主，但以前述所定義之全真模式(Real mode)最理想，模擬模式與細部即抽象量體＋開口部＋構造細部＋完整材質貼圖，若再以實景照片合成其真實性更高。配合動態模擬更能呈現互動之效果。

表10：林百貨及宏觀大樓特性比較

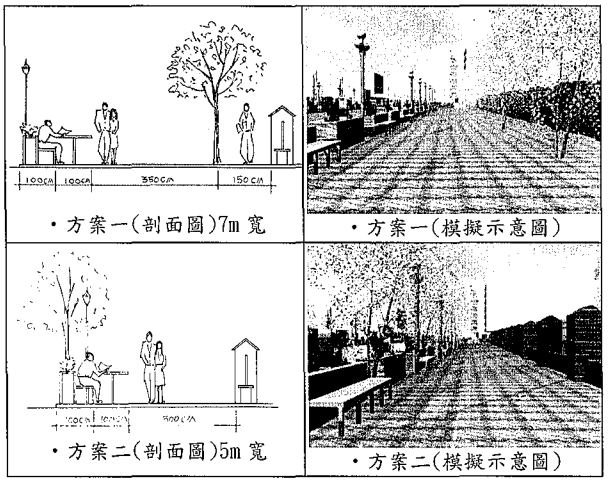
	林百貨	宏觀大樓
樓層數	五層	十五層
地理特性	主要幹道交叉點（中正路、忠義路）	主要幹道交叉點（林森路、東門路）
立面特性	傳統商業建築、造型古典	現代商業大樓，造型簡潔
現況照片		
電腦模擬		
資料量（3DS MAX）	727KB	1,399KB
物件數量（Objects）	318 個	537 個
多面體數量（Faces）	14,600 個	33,300 個

5-2　景觀道路（中正路、大學路）

景觀道路之模擬之目的在於表現道路景觀之特色與設計改善方案。模擬方法宜以靜態與動態模擬配合進行以說明空間行進之連續經驗。中正路與大學路屬不同性格之道路，各以道路兩邊之一個街廓深度(約30-50公尺)爲模擬範圍。由於中正路較大學路之模擬範圍爲大，資料量也較多，爲了配合動態模擬(錄影、動畫)之製作，因此模型精緻度改從抽象模式爲映象模式。模擬方法包括靜態模擬(彩繪著色、電腦合成)與動態模擬(錄影、動畫)。

此部份以民眾問卷與專家訪談做爲交叉分析的基礎，大學路視覺模擬問卷以規劃中之方案比較以瞭解民眾與專家之看法，中正路視覺模擬問卷以規劃前之意象探討爲主以協助後續之發展。以大學路爲例，民眾對於技術性之問題反應較一致，對於設計方案之問題反應則分歧[賴俊呈，1999]。例如表11比較大學路的二個人行道改善方案，一般人皆同意電腦模擬示意圖較一般圖面之溝通效果佳。就設計方案而言，一般人對於比較大學路現況招牌與圍牆規劃前後之關係則有不同看法，表12。因此視覺模擬可以時機與使用方式幫助民眾之重視與討論。

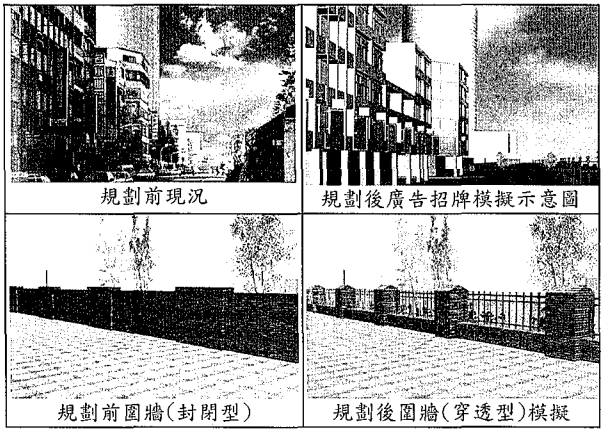
表 11：大學路之人行道方案比較



・方案一(剖面圖)7m 寬　・方案一(模擬示意圖)

・方案二(剖面圖)5m 寬　・方案二(模擬示意圖)

表 12：大學路現況與改善方案模擬之比較



規劃前現況　規劃後廣告招牌模擬示意圖

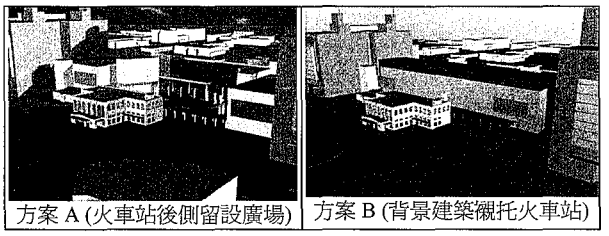
規劃前圍牆(封閉型)　規劃後圍牆(穿透型)模擬

5-3　都市更新（台南車站特定區）

模擬目的在於表達各種設計方案以供民眾與專家評估。由於台南車站特定區之範圍大，包括數個街廓，因此模擬方法以靜態模擬爲主，包括電腦模擬與影像合成。內容以各種方案爲模擬對象，並探討模擬之條件。表13模擬比較台南車站特定區二個方案以檢討舊站體與新站體之關係。表14比較台南車站特定區三個容積管制方案，容積率400%、600%、800%，即樓高約9層、14層及18層之三種不同規劃方案。

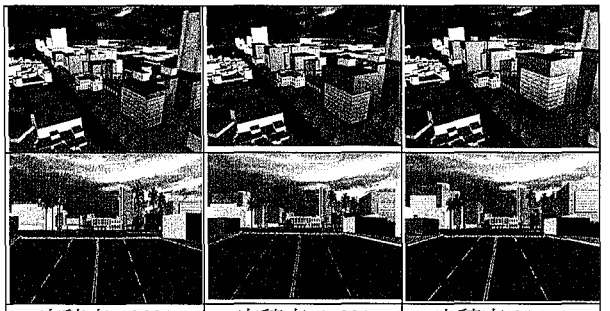
台南車站特定區視覺模擬問卷以規劃中之方案探討爲主以協助後續之發展。民眾對於技術性之問題反應較一致，對於設計方案之問題反應則分歧 [蕭朝明，1999]。一般人皆同意電腦影像合成圖較電腦模擬圖之溝通效果佳。就設計方案而言，一般人對於何種方案比較較能突顯火車站古蹟的特性之關係則有不同看法。因此設計方案視覺模擬可以藉由比較各種不同方案對視覺景觀的影響程度，並說明火車站特定區和周遭環境的關係以幫助民眾之瞭解與討論。

表 13：台南車站特定區方案模擬比較



方案 A (火車站後側留設廣場)　方案 B (背景建築襯托火車站)

表 14：台南車站特定區方案模擬比較



容積率 400%　容積率 600%　容積率 800%

5-4　開放空間（安平運河、孔廟文化園區）

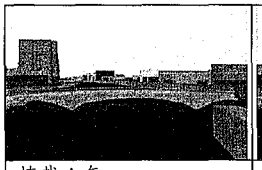
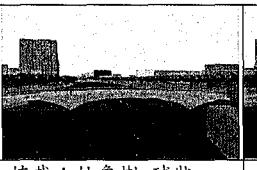
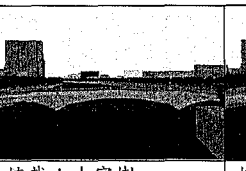
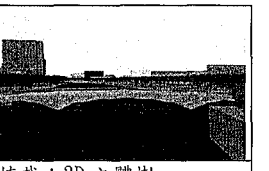
開放空間之模擬方法以靜態模擬爲主，動態模擬爲輔。以安平運河爲例，其模擬資料量爲20,327KB，對於線狀開放空間之模擬，其特點不僅在尺度規模上超出地標及道路景觀空間甚多，另外有關河道空間、河岸景觀之模擬亦爲其特殊之處。一般以河岸路面觀察爲主，若位於河中觀察岸上之景觀則角度與模擬重點可能不同。本案特別針對河岸景觀植栽部分作一分析模擬比較，表 15 爲安平運河植栽模擬比較，包括模擬畫面、模擬模式。由上述模擬結果可知，3D 立體植栽爲造成運算時間增加之最大因素，並不適合運用於大型場景。對於大型場景，可盡量考慮以十字樹搭配凹凸貼圖替代，如此可兼顧真實感與運算速度的考量。另外，孔廟文化園區之規劃著重於未來參觀路線與歷史建築位置之配合。因此孔廟文化園區之模擬，提供街景系列與重要歷史建築模擬圖作爲路線規劃參考，圖10。

此部份以專家訪談做爲分析的基礎。以孔廟文化園區爲例，專家對於技術性之問題反應較一致，一般皆同意電腦模擬示意圖較一般圖面之溝通效果佳。在公聽會中也可輔助說明其規劃重點。由於此案已完成初步規劃，目前正進行都市設計細部設計中，規劃單位利用電腦模擬來比較現況規劃前後之關係之效果較佳。

5-5　小結

本節說明以台南市爲電腦輔助都市景觀模擬對象之應用示範。但是都市之發展是動態的、延續的，與成長的，因此片斷之模擬結果只能協助特定之觀察評估。電腦輔助都市設計乃是藉由電腦視覺模擬作爲都市的成長管理的手段，模擬之結果只是溝通之工具。根據電腦模擬之適用性、應用性、與技術性，本研究建議電腦模擬在不同尺度之都市空間應用如表 16。

表 15：安平運河河岸景觀植栽模擬比較

			
植栽：無 資料量：3,691KB 多面體數量：57,473 著色速度：6 秒	植栽：抽象樹-球狀 資料量：3,967KB 多面體數量：82,993 著色速度：11 秒	植栽：十字樹 資料量：3,787KB 多面體數量：58,201 著色速度：11 秒	植栽：3D 立體樹 資料量：4,203KB 多面體數量：14,775,489 著色速度：159 分 6 秒

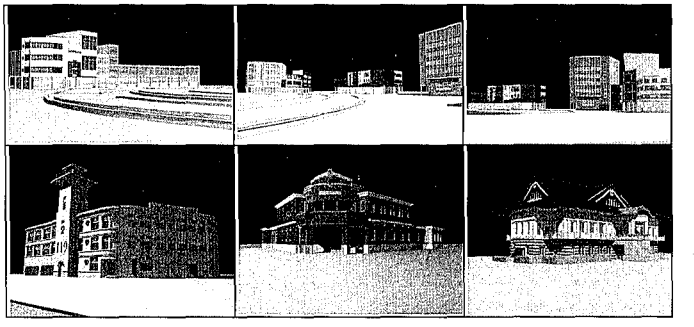


圖 10：孔廟文化園區街景與重要歷史建築模擬

表 16：電腦模擬之適用性、應用性、技術性

類型	適用性	應用性	技術性
地標建築	人視點、小場景	建物整體模擬	全真模式
道路景觀	人視點、中場景	植栽、建物立面、鋪面、街道傢具	擬真模式
都市更新	人視點/鳥瞰、中、大場景	植栽、廣場、建物量體（立面）	抽象/映象模式
開放空間	人視點/鳥瞰、中、大場景	植栽、建物量體（立面）、鋪面、點景	抽象/映象模式

六、電腦輔助都市設計審議之可行性

就程序與技術而言，電腦輔助都市設計審議之制度是可行的，但是需有其配合條件，包括基本資料、模擬條件、技術方法、人員組織、經濟性等 [邱茂林，1999；蕭朝明，1999]。除了基礎資料之準備外，景觀觀測點的選擇與指定便是模擬之重要依據，[倪順成，2000；賴俊呈，1999]。同時，由於一般縣市政府之人員編制限制，主要問題可能是缺乏合格之操作人員與規劃設計單位之配合。

目前民眾參與之方式主要透過：(1) 被動之告知，例如一般文宣、電視廣告等；(2) 意見諮詢，例如問卷調查、訪談、公聽會等；(3) 主動之參與，例如自組社團或義工。而民眾參與之意義，首在於認知與建立共識，其次是幫助找出設計規劃之盲點。由於傳統溝通管道之不足且效果不佳，而網際網路逐漸普及，全球資訊網之多媒體界面可以產生互動性，因此視覺化評估界面可彌補傳統方式之不足。

本研究藉由建立全球資訊網網頁將相關研究成果展現，圖11，並以四種都市設計類型之部份模擬結果製作問卷與提供線上問卷，圖

12，分別對一般民眾與專家進行對模擬效果與　　使用時機之看法分析。

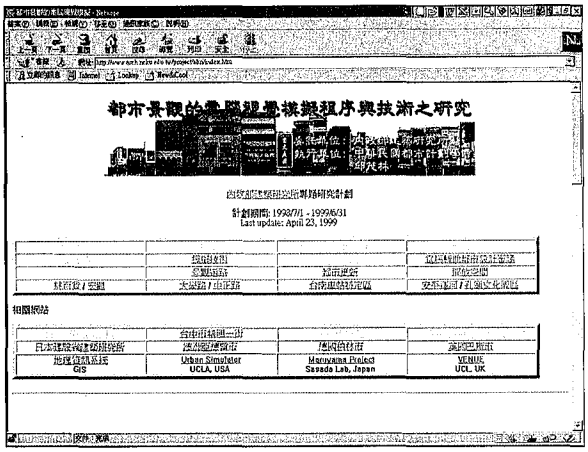


圖 11：本研究全球資訊網之螢幕畫面

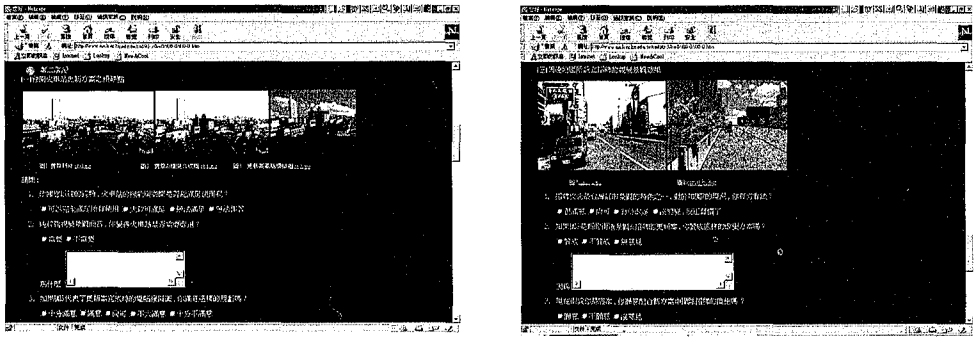


圖 12：台南車站特定區之線上問卷螢幕

利用全球資訊網作線上問卷具有其即時性與方便性，其統計與回饋可以同時處理，縮短處理時間與人工成本，其表現上可具有互動與多媒體之特性。然而線上問卷雖然提供一溝通管理，但是一般民眾對於都市設計較沒有興趣，較難鼓勵直接參與。主要因素爲目前上網站之使用者年齡層較輕，因此必須考慮使用者(即受訪者)之年齡層與背景習慣等。除了電腦線上問卷外，應考慮是否會排除平日不會接觸電腦的人，是否須要以其他方式進行，例如公聽會。

本研究針對有關電腦輔助都市設計審議的議題，在執行上建議下列事項：

1.縣市政府應建立完整之基礎資料(都市計劃地形數位圖)，甚至建立都市數位模型供設計單位使用。同時資料也必須定期更新維護。對外提供使用資料時，可酌收工本費以維持管理成本。

2.採用電腦輔助都市設計審議之流程應具備配合之客觀條件：都市設計審議流程與項目內容應制定，操作條件應普及化(包括軟硬體等)，同時政府單位之相關人員與設備可以配合操作爲原則。

3.電腦模擬輔助都市設計審議執行上應依視覺評估之重要性分等級，以提高設計審議之效果，減少成本。以台北市爲例，工程案總面

積若爲3000平方公尺(1000坪)，造價約6000萬元，設計監造費約270-300萬元(設計費55%，監造費45%)，若須都市設計審議，140萬元設計費中可能之都審費用約一半，其可能負擔之模擬成本約在5萬元以內，因此，一定規模以上之工程案方具要求電腦視覺模擬之合理性。

4.設計審議項目內容要求明確：審議委員可選擇景觀觀測點、模擬範圍、或量體細部。設計者須提出都市景觀視覺模擬之製作條件以檢驗其正確性。否則模擬結果或品質並無法協助決策。

七、結論與建議

視覺模擬可以說是在建立主體、觀者、與模擬內容之間的關係。視覺模擬在國外之發展已有一段時期，環境模擬可視爲一種有效的研究技法，尤其是動態視覺模擬技法在表達真實環境的高度能力，環境模擬在環境規劃與設計上的價值，對設計者而言可視爲一種有用的溝通媒體與方法，也是一種有效的決策工具。然而國內普遍以個人電腦硬體條件作視覺模擬，在以整個都市或都會區爲模擬對象的尚未進行。同時目前都市景觀之評估普遍以問卷與專家評估方式爲主，其投入分析之人力與時間或效果皆值得檢討。電腦視覺模擬在都市設計審議或環境影響評估之應用仍侷限於少數大型工程，其普遍性與認知接受程度也尚待發展。

本研究是藉由資料收集、電腦模擬、課題探討以及案例分析等來探討都市景觀視覺模擬之相關課題。本研究之具體成果包括：(1)根據都市景觀模擬之理論與國內外案例分析，瞭解電腦在都市景觀模擬之應用程序與技術；(2)電腦輔助都市設計審議案例與可行性分析；(3)瞭解都市景觀電腦視覺模擬之相關課題，包括抽象化、正確性、真實性、代表性與時間性等主題；(4)以台南市爲例，四種都市景觀類型之案例模擬探討；(5)網路線上評估與民眾參與之可行性探討，包括全球資訊網成果瀏覽、線上問卷測試。

7-1 結論

本研究根據台南市都市量測數值地圖，以台南市中心區三公里直徑範圍建立三維量體模擬，並就都市中點狀(建築物)、線狀(街道)、與面狀(區域)等不同尺度的模擬範圍作爲評估運算速度與效果之評估。本研究綜合所得結論分述如下：

1.都市景觀視覺模擬之應用，其模擬目的必須確立，方能有效地選擇模擬方式、範圍、表現方法與評估條件。

2.模擬條件與觀察對象不同時，其內容、細部與表現方式可能不同。

3.模擬程序中考量資料來源，其準備工作爲模擬之基礎，都市數位地形圖資料之建立與應用皆須以用途規劃。

4.模擬技術應考量資料內容(資料量)、軟硬體條件、操作人員之技術層次、製作成本、運算效果等條件。

5.都市數位地圖製作已漸普遍，但缺乏具公信力之單位負責統一製作，且應訂出全國一致性地製作流程及共通格式，如此由政府單位統籌製作，資料較具公信力並有法源依據，資料之正確性及共通性亦可確保。

6.模擬時應注意模擬主體之抽象性、正確性、代表性、真實性、時間性等課題，以求模擬之客觀基礎。

7.電腦視覺模擬輔助都市設計審議之流程雖然可行，但是現行並不普及，主要原因是基礎資料(都市計劃地形數位圖)之不健全，行政單位之人員設備不足，設計審議項目內容要求

不明確。

8.藉由全球資訊網成果瀏覽可提高民眾之興趣，但是網路線上評估與線上問卷之可行性必須考慮背景(年齡層、教育程度)、與民眾參與之意義以協助專家找出盲點爲主，提供都市設計發展之方向。

9.不同類型之都市景觀空間，應就其電腦模擬之適用性、應用性及技術性分析，以求兼具效率與品質之模擬。

7-2 建議與後續研究

本研究針對台南市的都市景觀模擬提供一可行的模式與需注意的配合條件，可以供作其他城市的模擬參考。但是都市是一個有機生命體，都市會成長改變，模擬也必須建立在正確之都市測繪資料的基礎上才有其意義，如何建構一維護更新都市三維模型的機制爲後續之重要課題。

就後續研究而言，將視覺模擬透過網路傳遞以達溝通效果，或利用虛擬實境(VR)瀏覽，或與地理資訊系統(GIS)或衛星定位系統(GPS)結合以提高資料附加使用價值都是未來研究方向。未來研究方向包括：(1) 模擬技術與系統之開發；(2) 都市模型全球資訊網資料庫技術研究；(3) 網路線上問卷、審議與民眾參與之效果評估。

誌謝

本論文承蒙國科會專題研究計畫經費(NSC-88-2211-E-006-033)資助，在此表示感謝。

參考文獻

1.邱茂林，1999，都市景觀電腦視覺模擬程序與技術之研究，內政部建築研究所專題研究計畫，MOIS881001，八十八年六月

2.賴俊呈，1999，都市景觀道路電腦視覺模擬之研究-以台南市中正路及大學路爲例，成大建研所碩論，八十八年八月

3.蕭朝明，1999，電腦視覺模擬輔助都市設計審議之可行性研究-以台南車站特定區爲例，成大建研所碩論，八十八年八月

4.倪順成，2000，電腦輔助歷史街道景觀設計準則擬定之研究-以台南市中正路爲例，成大建研所碩論，八十九年六月

5.呂坤成、吳偉杰，1995，台北市都市設計管制地區未來實質環境發展系統研究案(以信義計畫區爲例)，台北市政府都市發展局委託

6.中華民國都市計劃學會，1999，重塑大學路新風貌-都市設計規劃案期中報告，台南市政府委託，八十八年元月

7.中華民國都市計劃學會，1998，都市景觀道路規劃手冊之研究，台灣省住宅及都市發展處市鄉規劃局委託，八十七年

8.新見設計規劃，1998，中正大學特定區都市設計管制規範期末簡報報告，新見設計規劃顧問有限公司，八十七年十月

9.郭瑞坤，1996，電腦動畫與視覺模擬在都市景觀評估與管理之應用，建築學報，第十八期，pp.69-82

10.李麗雪、洪得娟、顏家芝譯，景觀視覺分析與評估，1996，Smardon, R.C., Palmer, J.F., Felleman J.P原著，田園城市文化事業有限公司

11.小林英之，1997，日本都市開發電腦模擬技術之應用，第十八屆中日工程技術研討會「建築與都市發展電腦視覺模擬」論文集，內政部建築研究所

12.呂坤成、吳偉杰，1995，台北市都市設計管制地區未來實質環境發展系統研究案(以信義計畫區爲例)，台北市政府都市發展局委託

19. Braithwaite, G., et al, 1997, The Computer Modeling of Development Proposals: A Routine Part of Development Control, in Liu, Y. et al (ed.), the proceedings of CAADRIA'97, p.123-132
20. Chiu, M.L., Lan, J.H., 1998, Discovery of Historical Tainan: A Digital Approach, *Proceedings of The Third International Conference of CAADRIA'98*, Osaka, Japan, pp. 113-122
21. Day, A., 1998, An Overview of City Simulation, Proceedings of CAADRIA 1998, Osaka, Japan, p.183-190
22. Kaga, A., et.al., 1998, City Information Visualizer Using 3-D Model and Computer Graphics, Proceedings of CAADRIA 1998, Osaka, Japan, p.193-200
23. Lynch, K., 1959, The Images of The City, The MIT Press
24. Mitchell, W., 1995, City of Bits - Space, Place, and Infobahn, The MIT Press
25. Radford, A., et al, 1997, Issues of Abstraction, Accuracy, and Realism in Large Scale Computer Urban Models, in Junge, R. (ed.), the proceedings of CAAD Future 1997, Germany, pp.679-690
26. Sheppard, S.R.J., 1989, Visual Simulation: A User's Guide for Architects, NY: Engineers and Planners
27. Wang, L., Umeki, I., T. Sasada, 1998, A Study of Urban Space History Using Computer Graphic Technology, Proceedings of CAADRIA 1998, Osaka, Japan, p.173-182