

## 時空地理資訊整合展示介面之探討\*

蘇郁婷\*\* 洪榮宏\*\*\*

### 摘要

地理資訊為記錄特定時間狀態之成果，因此不管是否記錄，地理資訊都具有時間的特性。絕大部分地理資訊系統多僅強調其藉由圖層套疊達到整合二維數值圖資之功能，因此常被認為是二維的展示與應用環境。時間由於未被納入為地理資訊必要元素之一，亦無所謂的標準記錄架構，因此流通於各平台間的地理資訊未必具有「明確」的時間，如此可能造成地圖圖資套疊分析結果沒有意義，更甚者可能被誤導而做出錯誤的決策，這個問題對時間敏感（Time-sensitive）之應用影響尤其明顯。

本研究提出可記錄各式時空現象之標準化時空架構，並發展時間歧異判斷機制，處理以標準化記錄之時空現象，最終目標在於將資料之時間因素納入介面之設計中，由系統「自動」提示具意義之分析結果，例如以視覺化地圖介面告知使用者資料時間之歧異度，並提醒使用者注意時間歧異度過大之圖層，讓使用者不僅能清楚、正確地判讀出展示內容之時間資訊，還能獲得適時的警告提示。

**關鍵字：**時空 GIS、時間感知

### 壹、前言

地理資訊系統具備整合資料的特性，目前已被廣泛應用於各專業領域與一般民生之應用，因此其整合、應用之地理資料也將更多元化。現今使用者多使用地理資訊系統進行二維圖資之整合分析應用，但對於套疊之地理資訊時間因素卻瞭解甚少，這可能由於地理資訊之時間因素無明確記錄或使用者未察覺其重要性，因此常任意將不同時間因素之地理資訊套疊，進行資料的加值應用。當使用者進行對時間敏感（Time-sensitive）的應用時，缺乏時間考量導致的嚴重性，如進行土石流災害、地層崩塌滑動等災害防救工作時，若使用時間差異大之坡地利用、坡地地質結構、降雨情形、河流流域範圍和人力物資分布等資料進行整合分析，且於決策時未加入時間因素考量，將可能做出與現況不符之決策。

鑒於資料建置考量的不同、資料蒐集成本與資料更新頻率等因素，事實上整合之圖資帶有的時間多不相同，但若能藉由時空地理資訊整合介面，提供自動感知地理資訊時間特性的展示內容（context aware），將能提醒使用者將地理資訊的時間因素加入決策分析的考量中，期盼使用者能藉此做出最符合現況之推估與判斷。

\* 科技部補助大專學生研究計畫 103-2815-C-006-065-M

\*\* 國立成功大學測量及空間資訊學系大學部學生

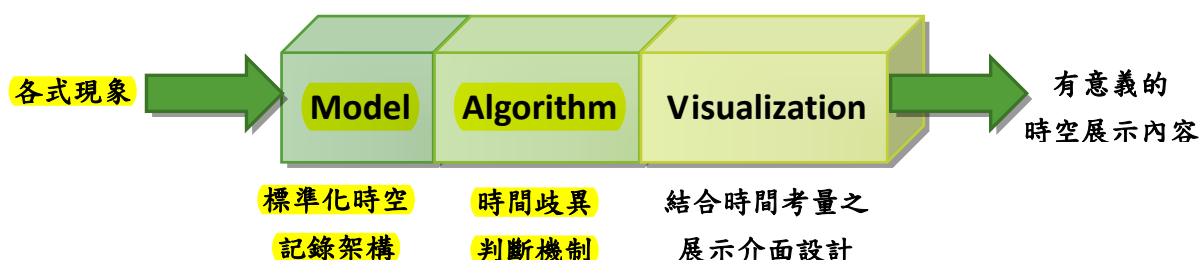
\*\*\* 國立成功大學測量及空間資訊學系副教授

## 貳、目的

透過時間歧異處理機制判斷標準化記錄之時空現象，將資料之時間因素納入展示內容中，由系統「自動」提示具意義之分析結果，讓使用者能清楚、正確地判讀出展示內容之時間資訊。

## 參、主要研究方法或技術

首先，分析現實中現象之時空特性，提出一套能記錄不同型態時空現象之模型，以「標準化」的架構記錄。接著，針對資料時間歧異性發展時間運算演算法，演算結果為展示介面之依據，以處理整合資料時必面臨之資料歧異性問題（針對時間）。最後，設計情境實作前述之理論及運算結果，以地圖介面及各式工具將時間融入展示介面中，開發平台為 ArcMap 內建 VBA 搭配 VB.NET。圖 1 為本研究之研究流程架構。



- (1). **Model**：由於現實現象多同時帶有空間、時間（特定語意及特定參考系統）、屬性三個特性，本階段研究將基於空間、時間、屬性三個特性分析各式現象，瞭解其隨時間改變之因素與改變型態，歸納出一套完整且標準化之時空記錄工具，目標為所有欲描述之現象皆有對應之配套。
- (2). **Algorithm**：各類資料時間因素之不同，除資料時間記錄值之不同外，必須包含資料記錄方式不同及資料解析度不同之考量。本階段研究將提出全面考量上述因素之演算法，評量各類資料之時間歧異度。
- (3). **Visualization**：結合地圖展示介面、TOC 及各式統計資訊視窗，提供多方訊息以利使用者正確解讀各類資料之時間歧異性。

## 肆、重要結果與結論

### 一、標準化時空記錄架構

時空模型之分類，首先依時間是否改變區分為兩大類：瞬時現象和延續現象。瞬時現象為記錄單一時刻之地理資料狀態，對應之模型定義為 Snapshot 模式；延續現象又依位置是否隨時間改變分成兩大類：靜止物和移動物，前者以時間段表示，後者則以時間序列表示；接著，靜止物和移動物再根據屬性是否隨時間變動各自分成兩類，因此在延續現象部分可分成四類：屬性不變之靜止物（位置不變）、屬性改變之靜止物（位置不變）、屬性不變之移動物（位置改變）、屬性改變之移動物（位置改變），對應之模型分別定義為 Estate 模式、Mirrorball 模式、Aurora 模式、Trace 模式，合稱為 STEAM

模式，圖 2（左）為 STEAM 時空模型示意圖。已知現實現象多同時帶有時空性，因此本研究提出之時空現象基本描述之標準化架構，包含描述時間相關（現象起訖點）特性之 **StartTime**、**EndTime** 屬性，記錄現象起訖時間點描述之詳細程度的 **TimeReso\_ST**、**TimeReso\_ET** 屬性；空間相關屬性包含識別用之 ID 及帶有坐標值之空間表示，以上述六種屬性為時空模式基本特性之描述，亦可因應不同型態之時空現象，圖 2（右）為 STEAM 時空模式 UML 圖。

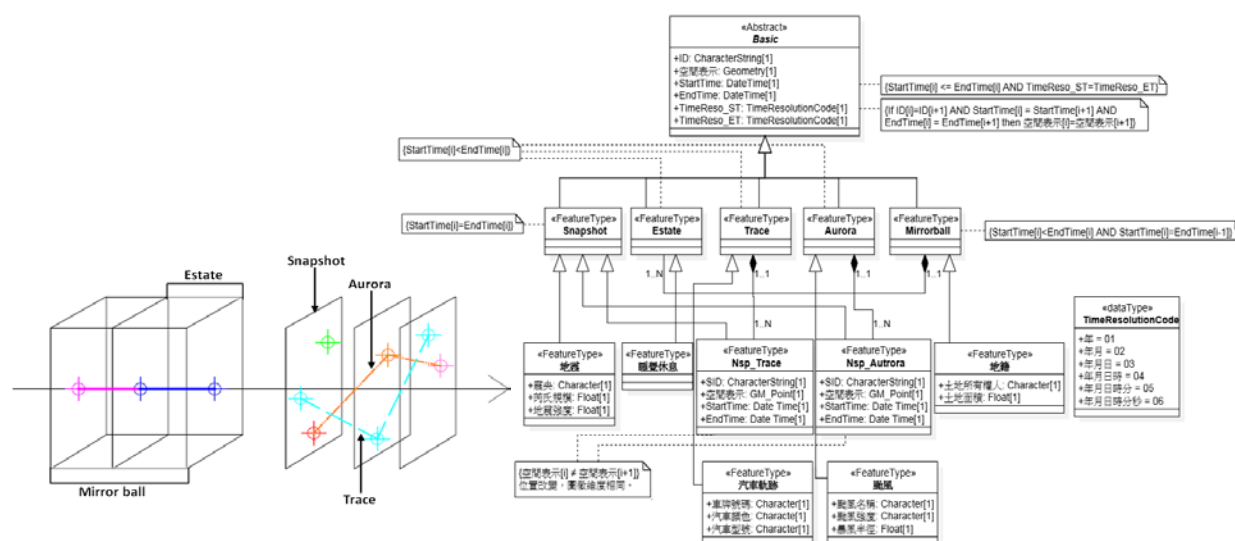


圖 2 STEAM 時空模型示意圖（左）、STEAM 時空模式 UML 圖（右）

現實世界涉及各類現象之變化，前述之設計架構可滿足單一現象之描述，但整體之運作需要有更完整之規劃，並將物件之生命週期納入設計之考量，妥善應用前述之時空模式將達到描述物件於生命週期中面對之各類現象的目的。

## 二、時間歧異判斷機制

時間歧異度可凸顯各類資料時間因素之不同，除資料時間記錄值之不同外，必須包含資料記錄方式不同及資料解析度不同之考量。又地理資訊系統之地圖介面內容理論上為現實世界特定時刻狀態之展示，不僅是現實中一特定範圍之空間分布展示，亦附帶展示內容為過去「特定時刻」狀態的特性，故衍生出介面時間的概念。但實際上，地圖介面展示內容多不具有一致的時間，產生「不同時間」的資料套疊成代表現實世界「特定時刻」狀態之展示的地圖，藉由賦予介面一個特定時間，分析資料與該時間的歧異程度用於時間感知介面展示之依據。

分析之步驟及原則如下：首先，依據資料時間及介面時間記錄方式（時間點、時間段）之異同分成四種情況探討。接著，依據兩時間之解析度關係分成三種情況（低於、等於、高於）探討，由於有意義之時間差異量值（ $\Delta t = \text{資料時間} - \text{查詢時間}$ ）僅存在於解析度相同之前提下，因此需視情況調整解析度（例如粗糙化較高解析度之時間）。最後根據兩時間位向關係判斷後

續的處理方式（例如調整解析度以求時間差異量）。如圖 3 所示。

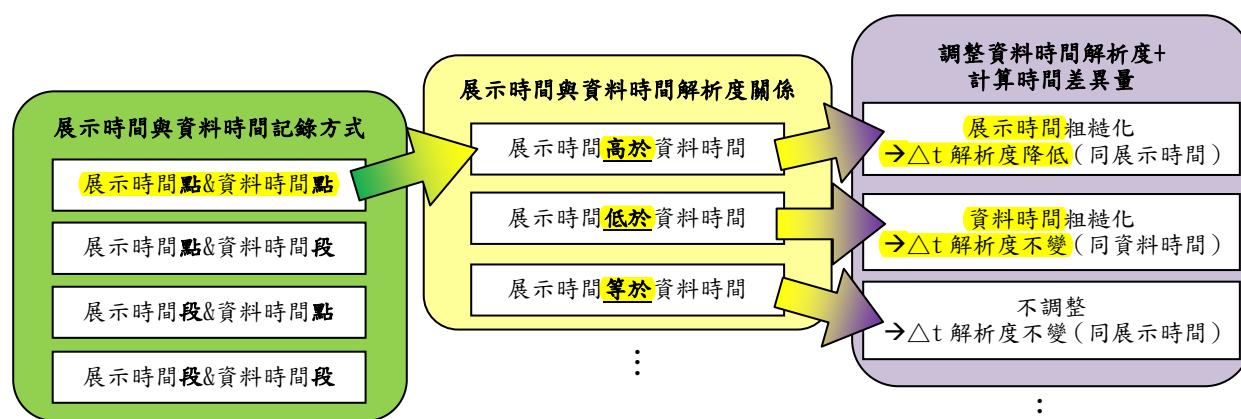


圖 3 時間歧異判斷機制

### 三、結合時間考量之展示介面設計

#### (一) 時空展示介面

展示介面，為使用者與系統溝通之橋梁，其設計多遵循直覺、簡單明瞭等方便使用者使用之原則，亦為本研究探討之時空展示介面之最基本原則。由於時空展示介面為傳統展示介面加上時間考量，因此必須提出額外的設計原則，使介面能傳達更複雜的資訊。本研究著重於主動告知使用者展示內容時間之介面探討，基本理念為融入時間特性及歧異程度之展示。圖 4 為本研究設計之時間感知介面。

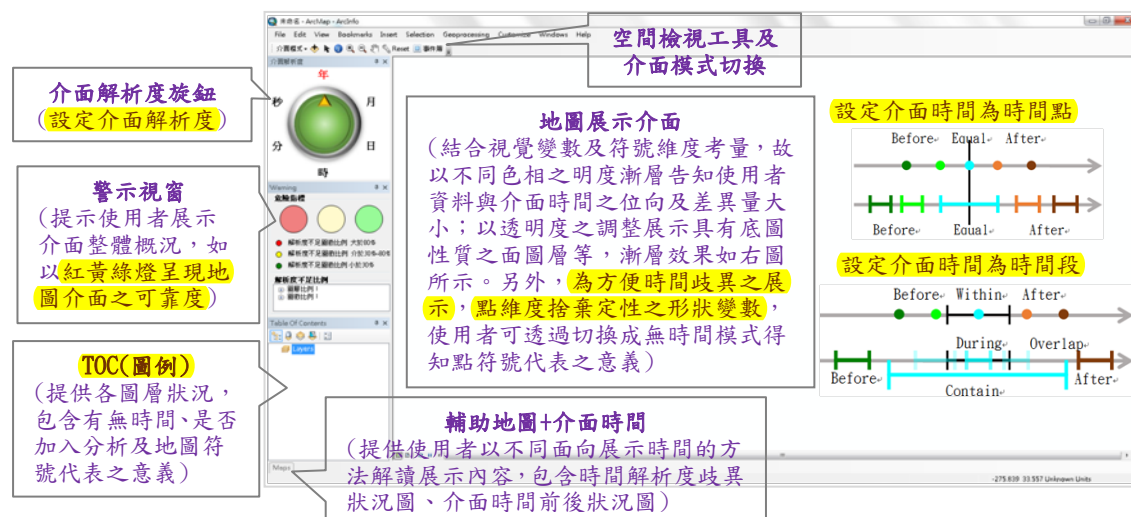


圖 4 時間感知介面及介面工具介紹



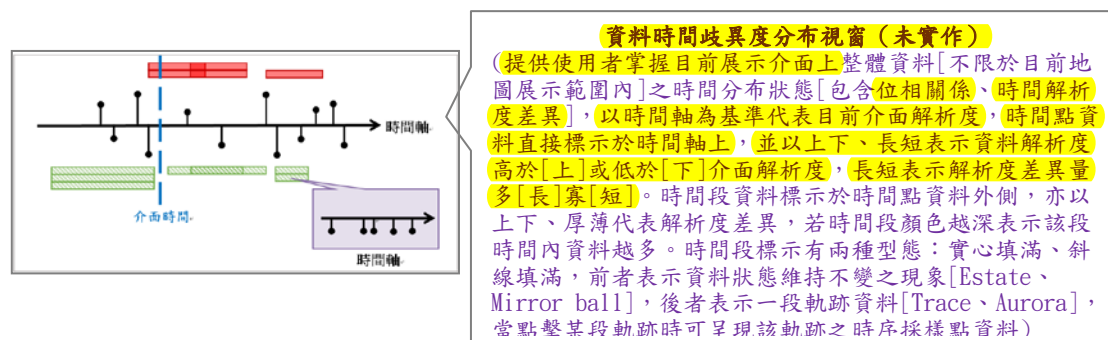


圖 5 資料時間歧異度分布視窗（未實作）

## (二) 情境模擬

交通路網圖，基本上為一特定時間點交通資訊的描述，因此各道路路網理應為同一時期建置，多數人對於路網圖的認知亦如此，但不能排除出版之路網資料可能為前一版或更早之資料增修而成，即路網資料並非全為同一時期建置，因此交通路網圖亦可能存在時間不一致的現象。交通路網圖情境模擬將使用高雄市路網圖資料套疊學校、醫院及河流資料，以多時間解析度的方式呈現各圖資時間及時間解析度的差異。

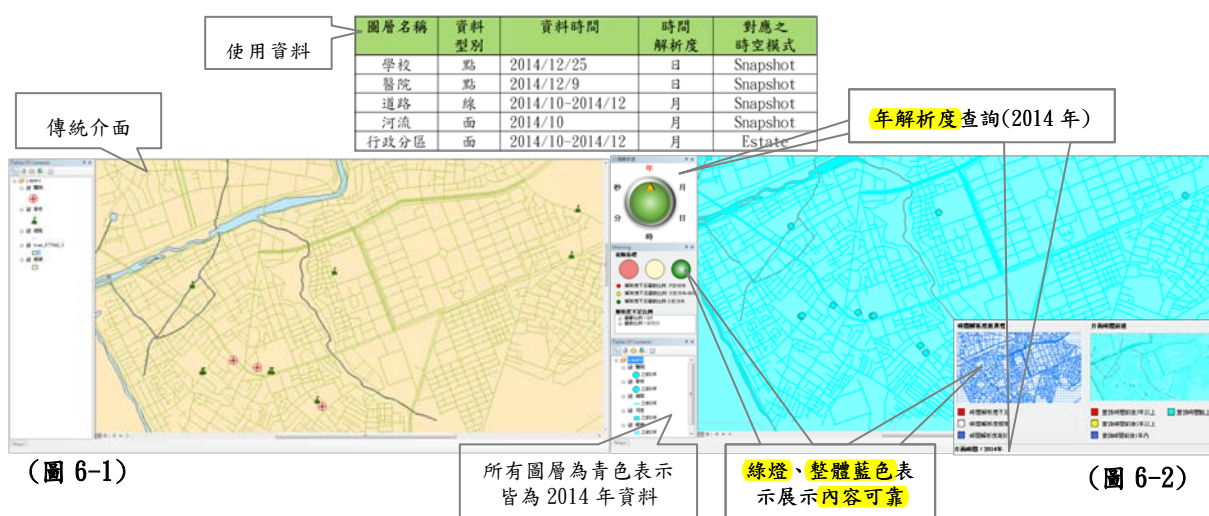


圖 6 無時間考量及不同介面時間之交通路網圖

圖 6 為無時間考量及不同介面時間之交通路網圖，比較圖 6-1 和圖 6-2，可發現符號色相及明度差異此時代表資料時間與介面時間之差異量，由未實作之資料時間歧異度分布視窗可得知特定圖層之描述現象，並掌握目前展示介面上整體資料之時間分布狀態（包含位相關係及時間解析度差異）。由圖 6-2 至圖 6-4 可發現透過介面解析度的調整，可呈現不同精細程度之時間資訊（圖層顏色由單一色至多色系）。以此情境為例，藉由調整介面時間由年至月發現道路時間並不一致（圖 6-3 紅圈處道路顏色不同）。搭配警示視窗及輔助地圖的使用，將能更正確地解讀展示內容之意義，提供使用者正確解讀時空地圖的方法。

#### 四、 結論

本研究認為地理資訊系統在整合異質性資料時，應加入資料品質及時間考量，而不只是空間上套疊是否合理，因此本研究對於如何將地理資訊的「時間」因素納入系統進行探討與實作，研究可以歸納出以下三點結論：

- (1). 本研究基於標準劃描述之觀點，分析現象之時間、空間及屬性之變化，提出標準化時空記錄架構，提供資料建置者一套描述時空現象之工具。
- (2). 本研究藉由分析資料時間之異質性，全面考量了因描述現象時間不同、現象合適之描述方式不同、記錄之時間解析度不同等情況，提出一套時間異質性判斷機制，強化地理資訊系統於時間方面的之處理能力。
- (3). 基於提供使用者和善（user-friendly）介面的原則，提出一套結合時空展示之介面設計技巧，如：以地圖符號轉換、資料時間分布視窗等技巧視覺化展示資料時間異質性；以 TOC、以不同時間特性觀點製作的主題圖等技巧，協助使用者獲取資料時間資訊；以警示視窗提供展示內容整體時間狀況，並適時提醒使用者注意時間異質性過大的情況。

數位化時代及行動裝置技術的興起，使得地理資訊系統展示平台更加多樣化，個人化行動裝置隨時隨地記錄使用者的生活軌跡，產生大量時空資料，若能運用本研究對於時空展示介面之探討成果於各種平台上，將讓更多使用者享受系統帶來的便利。

#### 伍、 參考文獻

- Alan, M. M. and Kraak, M. J. (1997). Exploratory cartographic visualization: Advancing the agenda. *Computers & Geosciences*, 23 (4), 335-494.
- Allen J. F. (1983). Maintaining knowledge about temporal intervals. *Communications of the ACM*, 26(11), 832-843.
- Yuan, M. (1996, January). Temporal GIS and Spatiotemporal Modeling. Paper session presented at the 3rd International Conference Workshop on Integrating GIS and Environment Modeling, Santa Fe, New Mexico.
- Yuan, M. and Hornsby K. S. (2007). *Computation and Visualization for Understanding Dynamics in Geographic Domains*. (pp. 7-41). CRC Press.