

第 5 章：歷史 GIS 中的時間

鄉研一 9605004 蘇祥慶

5.1 引言

地理學與歷史學的研究者們，爲了能確實了解現象必須要在地點與時間方面被妥當地操作而冤家了好幾年，這實際上意味著處理資料時必須使用的三個要素：屬性、空間與時間；就如同我們所見，GIS擅長處理屬性資料與空間資料，但遺憾的是許多商用GIS軟體並不包含處理時間的功能，這是因爲在GIS資料模組內處理時間時，碰到了一些嚴重的概念性問題，因而使用者在處理時空資料時，獨自留下大量的時間問題，導致研究遇到了瓶頸；但問題卻提供了研究者思考並探索能同時支持資料與研究之解決辦法的機會，而不是被軟體製造商所提供的既有想法所拘束，本章重新探討在GIS中使用時間時的爭議與問題，並觀摩一些研究者如何同時著手處理數據資料的三個範圍之範例。

5.2 對穿越空間與時間的理解之需求

研究者們長久以來認爲，人們必須要透過時間與空間的變動來確實地了解這個世界。Langton即認爲如此，而非單單比較被假定處於平衡狀態中的個別簡易印象(稱爲共時分析)，此爲其論文的基礎論據，研究者應能學習如何透過對時間「系統中一連續系列同時段圖像的橫切」來操作程序(Langton1972,137)，並稱此爲歷時分析；最近Massey爲了地理學者們對於時空充分了解的需要(Massey 1999)，提出了強而有力的論證，其主張我們必須能藉由了解時間來訴說個別地方如何發展的故事，並藉著了解空間來了解不同地方發展的複雜性，而唯有藉著擁有穿越空間與時間的多樣路線，才能了解這世界的廣大複雜性，而不幸的是，同時操作資料的三個組成部分，經常導致研究者偏重於時間或空間的任一方細節部分而忽略對另一方原本應有的注意；Cliff與Haggett(1996)藉由發表以下言論來對此現象做出總結：「如果我們保存一個協調一致的時間序列，我們需要獻出(透過合併)大量的時間細節，相反地，如果我們想要保持空間細節的最大總合，那麼我們只能得到短暫且破碎的時間序列」(Cliff 與 Haggett 1996, 332)。

研究者們在歷史學的研究中使用GIS時，也會與空間性一樣存在著有關於理解時間性方面之需求的爭論。Healey與Stamp主張要徹底地了解區域的經濟發展，研究者必須要能盡可能地憑藉著時間與空間來崩解這個結構(Healey and Stamp 2000)，此概念在其相關研究中的體現，即爲觀察數以千計的個別公司行號演變，

可觀的是這些資料是建立在以月為單位的長久時段之中，此舉對於這些被研究個體(公司行號)之所在地點的迅速改變、在運輸網路中的發展與土地所有權的變化會有更具體的認識；MacDonald與Black在其有關書本歷史與印刷文化的研究中，亦得到了相似的結論(MacDonald and Black 2000)，主張爲了要了解印刷文化跨越時代的發展，人們必須要了解介於例如遷徙這類多變化的活動與其它的社會經濟變數(尤其是識字率)之間的複雜關係，了解空間與時間的架構組織是必要的，如在書本交易中受雇人員資料(所在地、職業與性別)、圖書館的成長(地點、類型與規模)、報紙的發行人等跨越時期的發展。

5.3 GIS中的時間

Peuquet認為，完整的時間性GIS系統要能解決三種類型的問題：

1. 研究對象的變遷如「此對象在最近兩年間曾經移動過嗎？」、「此對象兩年前位在哪裡？」或「此對象過去五年間如何改變？」等問題。
2. 研究對象的空間分佈如「1980年1月1日時的農業土地利用區域，哪一塊至1989年12月31日時已經演變成了都市？」、「1980年1月1日至1989年12月31日間，此流域有發生任何土地利用的改變嗎？」與「15年前的商業區土地利用是怎麼分佈的？」等問題。
3. 在多樣的地理現象之中，時間性關係的改變如「哪些地區在歷經了一週的暴風雨侵襲後導致了山崩？」、「哪些位於新環道半英里內的區域，自新環道完成後改變了原有的農業土地利用型態？」等問題。

令人洩氣的是，GIS所使用的資料模式以圖層為基礎，並不允許這種疑問的輕易操作，與這方面的相關發展也相當有限，其根本問題與位相關係有關，GIS能夠利用具體的空間位相關係來處理空間問題(參見第二章)，但要相同地處理時間問題時，可能需要擁有時空位相關係的概念，雖然在從事這方面的發展之前，有些建議已被採納，但主要基於研究客體導向的技術(舉例來說，請參見Egenhofer與Golledge, 1998； Wachowicz, 1999)，目前尚未被良好地整合進入GIS軟體中。

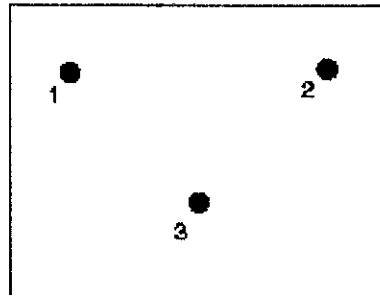
5.4 在歷史GIS中操縱時間的方法

大部分的GIS套裝軟體中所包含的時間處理功能通常非常有限，但仍然有許多可以利用GIS來操作時間資料的方法，其中最好的方法有賴於個別研究者的資料性質。

處理時間資料的一個簡單方法，就是把它當作屬性資料來處理。Healey與Stamp

(2000)在其有關於美國賓州之區域經濟成長的研究中採用了這種方法，同時給予公司行號(以節點來呈現)與鐵路(以線段來呈現)開始產生與結束的日期，以作為其包含在空間表徵中之屬性資料的一部分，使用這種方法，能夠對運輸網路與個體的發展，以及兩節點之間的線段作出跨時段的檢視。

空間資料



ID	Start Date	End date	Name	Output
1	1/1/1870	31/12/1870	Smiths	870
1	1/1/1871	31/12/1871	Smiths	930
1	1/1/1872	31/12/1872	Smiths	990
2	1/1/1870	31/12/1870	Jones	405
2	1/1/1871	16/5/1871	Jones	115
3	1/1/1870	31/12/1870	Fraser's	610
3	1/1/1871	31/12/1871	Fraser's	540
3	1/1/1872	30/6/1872	Fraser's	205
3	1/7/1872	31/12/1872	Bloggs	365

[圖5.1 以時間做為屬性資料]

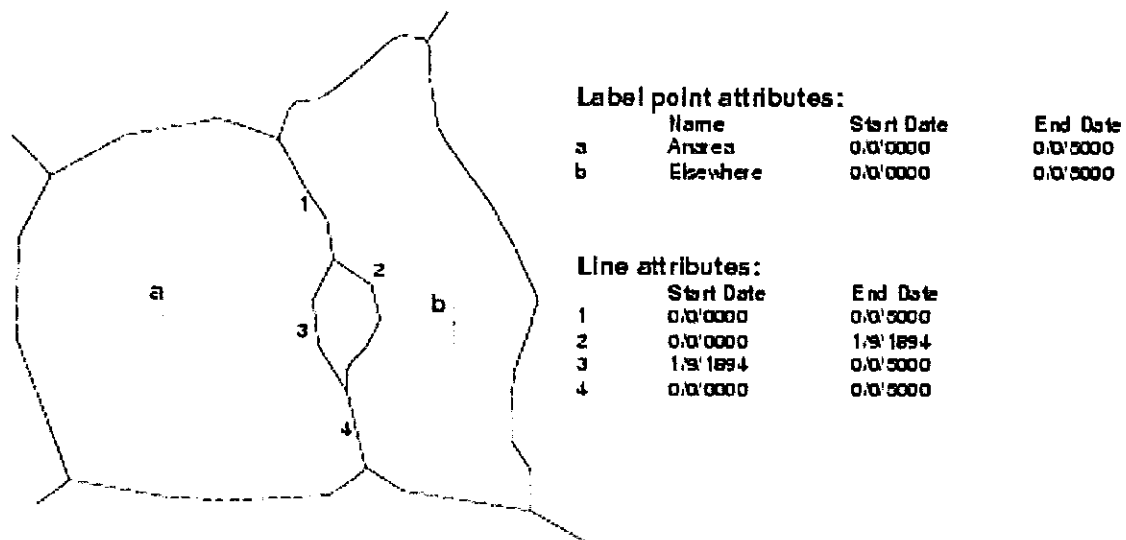
將單列的屬性資料分別附加於同一張空間圖像上，是實行此途徑最簡單的方法，多行列的屬性資料也能以每列中所具有的起始值與終點值來附屬於每個空間圖像之中，可以使我們處理複雜的情況；舉例來說，我們的目標可以設定為監測一個公司的經濟統計資料，如生產、獲利與雇用等，但公司名稱與所有權也會隨著時代轉變而改變，圖5.1呈現了一個被簡化後的例子；這種處理時間的方法允許對空間的特徵加以創造或移除，特徵的屬性也能跨越時期改變，而限制是空間面貌的區位不能改變。

在資料的時間性質更明確空間化的地方，不同的圖層可以被使用於呈現不同日期的狀況。這種方法被稱為**關鍵日期取徑**，尤其適合自不同日期的來源地圖中擷取空間資料時的場合，Kennedy等人在其1999年有關愛爾蘭大饑荒的地圖集中，為此途徑提供了一個很好的範例，此地圖集利用人口調查的資料來呈現因飢荒所導致的人口變化，其核心部分是呈現不同行政地理學於過去曾發行1841、1851、1861與1871年的人口調查圖層，圖層與來自這些時期的人口調查資料之廣大變異

有關，這能讓一系列地圖的空間分布被陳列出來，如住房供給的空間分部與使用愛爾蘭語如何隨時間而改變。

儘管這是個簡單並有效的方法，但其僅適合於特定的日期或發生於相對穩定時期中被清晰定義之時間的改變，面對更複雜的情況則是較不確定的，舉例來說，如果研究者想要為全國建構一個變動的行政邊界資料庫，那麼關鍵日期取徑的解決方法就是將地圖中，代表著每個可利用日期的邊界數字化，此時會出現兩個問題：首先，在邊界不改變的地方，必須多次數字化相同的線段，這樣不但多此一舉，還會導致狹縫多邊形¹的產生(參見第四章)；其次，要將每個可能的日期所對應的邊界加以數字化是不可能的，當選定一個能提供實際邊界有效近似值的鄰近日期來連結屬性資料與空間資料時，結果將是導致一些錯誤的產生，這能從行政單位所涉及的一種錯誤呈現來分類：不是有多邊形缺乏相對應的屬性資料，就是只有屬性資料而缺乏多邊形的存在。

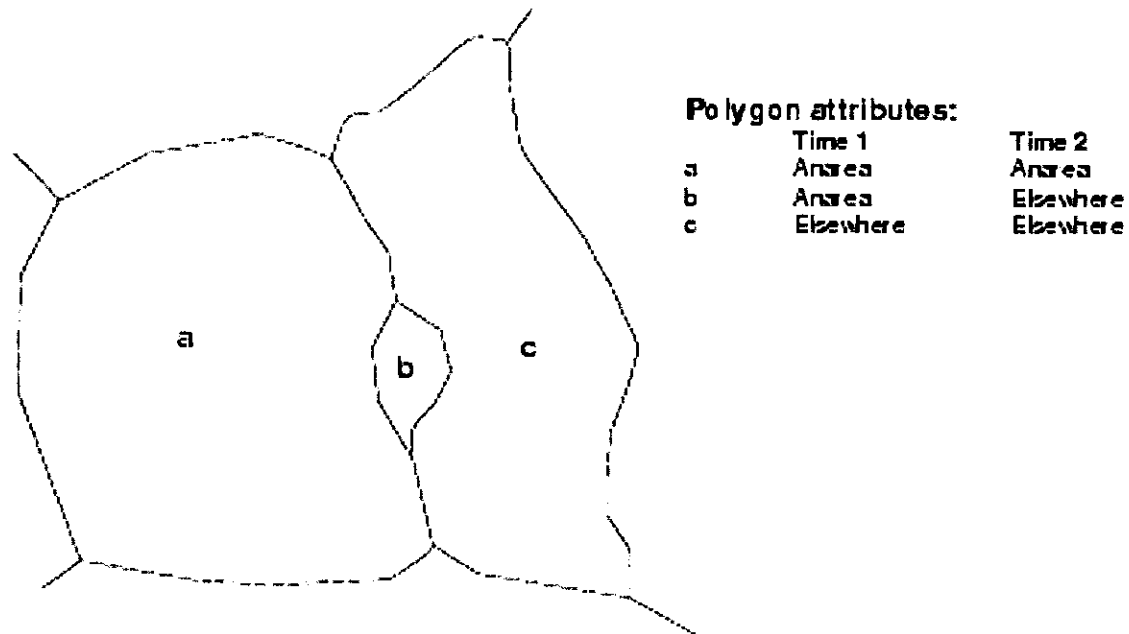
這些限制已引導了各國的研究者們去建構邊界變遷的連續記錄系統，如此可以使研究者擷取邊界作為恰當的資料，並讓這些資料與任何適合的屬性資料作結合；有兩種可以建造此系統的明確途徑，分別為：由英國歷史GIS團隊所使用的**時段模印途徑**(Gregory等，2002； Gregory與Southall 2000)，與Langran(1992)所推薦成為為理論性結構的**時空合成途徑**，當Ott與Swiacny(2001)對此途徑的體系結構發展出了完整的描述時，比利時領土組織的歷史GIS團隊開始採用此途徑的一種變形(De Moor與Wiedemann，2001)來從事相關的研究。



[圖5.2 儲存變動的行政邊界：英國歷史GIS團隊]

¹ Sliver Polygons 狹縫多邊形：在兩個向量圖形檔案的疊圖 (Overlay)處理中，因其邊界沒有完全正確對準而產生的多邊形。此多邊形通常被視為疊圖處理時的人為現象而非合法的資料。狹縫多邊形的生成常歸因於原始檔案之多邊形邊界中的錯誤。與“狹縫多邊形”(Slivers、Spurious Polygons)同義。

時段模印途徑將時間當作一種屬性來處理，有點類似前文所述；然而多邊形位相關係的要求非常複雜，Gregory與Southall (2000)藉由儲存位在其稱為「主要覆蓋範圍」(換言之即『主要圖層』)中所有的空間資料來處理這種情況，這些資料為擁有標記點(代表行政單位)與線段(代表其邊界)的圖層，然而在此並沒有位相關係來連接點與線，圖5.2顯示了在此結構中處理邊界變遷的方法，較複雜的轉變如一完整單位的創立與廢止地點，能以使用標記點屬性來處理，在這個結構的範圍內，使用者能指明特定日期與客製化軟體來擷取適當的節點與線段，並創造位相關係來形成被指定日期的多邊形圖層。



[圖5.3 儲存變動的行政邊界：時空合成]

時空合成途徑透過聚集較小的多邊形來創造行政單位，藉由儲每個日期中的每個多邊形來做為屬性資料，較小的多邊形被歸類為最小一般幾何域(LCG)，能由經過時代變遷而保持穩定的已知低層級行政單位所組成，如愛爾蘭的小市鎮；在沒有這類單位可利用的地方，則是由邊界變遷所產生的多邊形所構成，就如同比利時系統一般；這兩個案例擁有相同的基礎結構，如圖5.3所示，最小一般幾何域常使用一種分解的操作來重新聚合其中的多邊形，以便在需要之時形成存在於其中的單位。

5.5 結論

歷史研究已經因為其缺乏具有效率地同時處理屬性、空間與時間資料的能力而屢屢受到阻礙，這意味著在習慣上，研究者爲了要執行其研究的分析，至少要簡

化上述三種資料中的一到兩個才行，GIS為同時管理三種資料而不將資料訴諸簡化開啓了一個廣大的可能性，雖然當前整合進入GIS的時間資料相當貧乏，但對於使用GIS去管理複雜的時空資料集合仍有十足的潛力，就如同這些範例研究所提供的說明一般；如即將於後面幾章所要討論到的議題一般，這為一個較以往更精密的方法來探索、分析與形象化複雜的時空變化開啓了可能性，終將對駕馭過程的改變，得到更詳盡與較少過度簡化的理解。