Chapter 4: 基本的GIS功能：詢問，結合和運用空間資料。

4.1 引言

本章介紹的是GIS的核心功能，它描述了使用者能著手處理自己在GIS軟體中所擁有資料的第一步，這是以此途徑來接近GIS的最後一個章節，本書後半的章節將把焦點置於各個問題上，而非此軟體的功能；如第一章所描述，GIS軟體結合了處理與陳列空間資料的電腦繪圖功能，並以資料庫管理功能來處理屬性資料，本章描述了GIS軟體中的基本工具，來提供使用者於其他類型的軟體套裝中所無法獲得的功能，這些基本的功能如下：

- 透過空間與屬性來對軟體進行詢問操作。
- 操作資料中的空間要素：舉例來說，透過改變投影與扭轉圖像來接合資料的圖層，並計算基本的統計資料如區域與多邊形周長等。
- 緩衝一個或一套被識別出的地貌中一段確定的距離內的位置。
- 資料的整合，可以非正式地將某一圖層放至於另一圖層之上，也可以正式地透過數學的疊圖操作來實施。
- 面積的內插法計算。

4.2 詢問資料

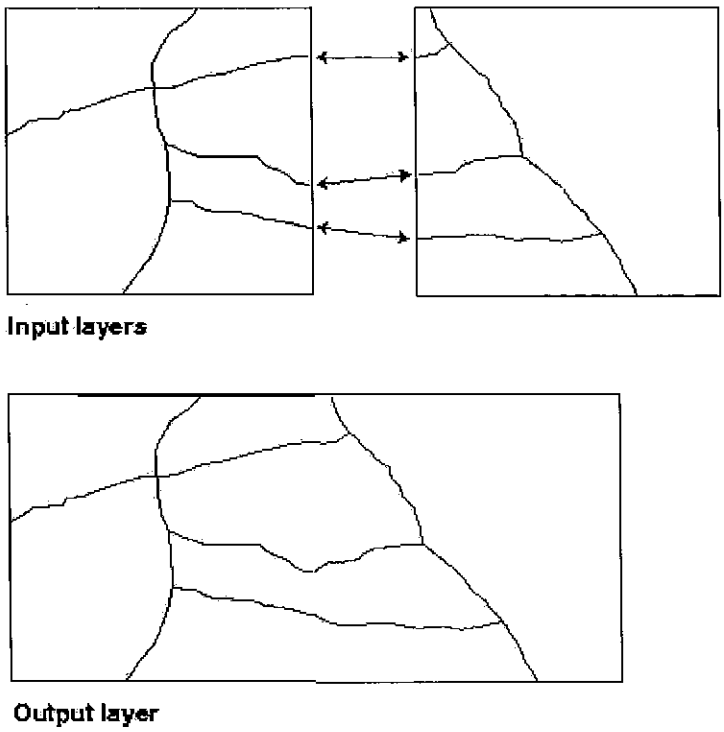
隨著所有資料庫系統, GIS 功能的當中一個核心部分是詢問資料的能力。以 GIS 軟體有詢問的二個基本的形式: 空間和屬性。詢問空間問題”這是什麼地點”？這通常是由簡單地按（點擊）特徵和列出它的屬性所做出來的。更加複雜的空間詢問能精選出所有的邏輯單位或多邊形之內的特點，或問”有什麼是接近這個特徵的”？這類型的詢問經常要求利用緩衝區或覆蓋物的技術，這在以後的章節中會描述。屬性詢問會問”這會在何處發生”?的問題，如果用戶有一層包括關於各個教會地點的一些資訊，屬性詢問能在所有教會中選擇衡量的單位是天主教徒並且然後以某一標誌來做記號。然後用戶能詢問資料庫來選擇所有新教徒教會並以一個另外標誌來做比較的樣式。在章節 6 裡，有更具體的說明; 在這裡介紹的目的是簡單地顯示如何將詢問和繪圖做密切連接。

4.3 操作和測量的空間數據

大多數的GIS套裝軟體允許使用者選擇空間數據進行操作。這些最基本的小小改變就是使用的投影系統。這能相當改變地圖的外表， 特別是世界地圖，也能使結合來自使用不同投影系統的數據。在英國，這能用來購買關於不同的預測的多種早期的地圖並且重新把他們連結於國家網格。這將允許在不同的早期的地圖之間的比較，和用現代的。將相鄰的地圖放在同樣的投影上，可以將他們的數位化表現形成一個單一的圖層。當表格有變形，地圖必須是邊緣相吻合的，以保證兩個表格的邊緣做完美的聯合。這包含告訴軟體確定要點在層面上的什麼地方和它們實際上在那裡。整個圖層將會表現這些變形。

Figure 4.1 shows an example of this.

圖4.1顯示一個這樣的例子。

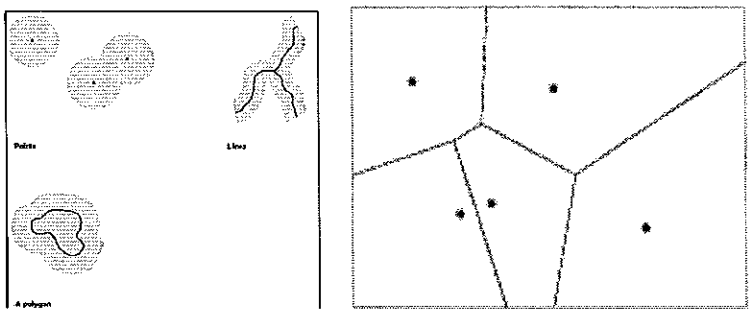


[Rubber sheeting to join two layers together]
[橡膠表格把兩個層連接在一起]

大多數GIS 套裝軟件也將基本的計算關於他們空間特徵的統計。典型的例子包括計算線路長度，區域和多邊形的周長，以及點與點之間的距離。有許多有用的基礎測量的例子。這些包括沿著運輸網測量距離，計算區域的人口密度，以及測量新居地的距離。

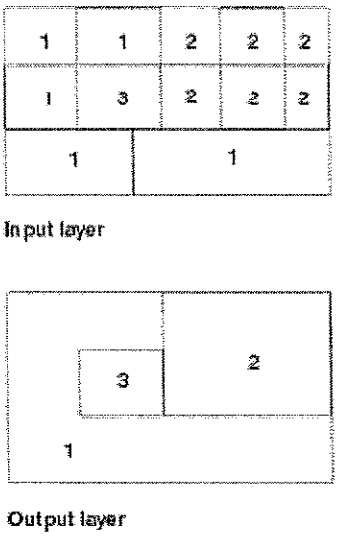
4.4 緩衝區、徐昇多邊形和消融

有時候並非只是對地點形狀特徵有所關注，使用者關注於特定距離內的地點。例如其包括想了解全部地區的醫院在其方圓一公里內（或以外），鐵道十公里內的地區，或都市五公里內的地區。這種資訊需要使用一個緩衝區的動作。其輸入一個點、線、面資料然後輸出產生的多邊形圖層，如圖4.2所顯示。



[Buffers around points, lines and a polygon and Thiessen polygons]

使用者也想將集水區的配置輸入至點的資料庫，然後可以經由徐昇多邊形產生（也就是所謂的佛洛依氏多邊形）。這個多邊形圖層以線爲邊界，且兩點至線的距離相等。這意味著這個圖層的區域是與點之間最近的距離所產生的，如4.3所示。這是內插法的簡單形式，由此，數據從一個空間單位被分配到另一個。



[Dissolving to aggregate polygons]
【消融的多邊形】

另一個選擇是使用者想從更多複雜的圖層創造聚集的多邊形。例如，使用者也許有一個多邊形圖層，每個多邊形分別代表作物類型屬性的田地。如果使用者只關心特定作物的生長，則許多表示邊界的多餘資訊可以刪除。這個動作是消融，藉由聚集多邊形將相同作物的毗鄰多邊形取消。如圖4.4所示。

4.5 從數據中獲取知識

運用單一圖層的空間原素資料是非常有用的，但 GIS 有能力將不同的圖層的數據整合起來。在基本的層級裡，這僅僅涉及到在螢幕上將圖層結合後去比較他們的模式。這就像是以光柵掃描出的地圖，並把一個向量圖層置於頂部一樣地簡

單。在向量圖層中，光柵圖層提供了空間背景作爲特徵。另一種選擇是將向量圖層放置在另一個圖層的頂部；舉例說，用農田的地點去比較道路的模式，可以看出哪個農場鄰近主要道路。實地的邊界可能是第三個增加的圖層。這種方法不僅能提供基本的繪圖，作爲詢問背後的基本屬性資料庫，也能夠詳細了解一個多方面有待開發的研究區域。這樣對一個綜合性問題的了解，可以從許多來源（可能是高度不相同的）獲得。

4.6 透過疊合將資料結合

爲了在視覺上可以比較圖層，圖層實際上可以透過幾何上的交叉而結合成一個新的圖層。這稱爲疊合。三種向量中的任一種可與其他相疊合，如圖4.5所示。一個疊合的動作結合的不僅僅是空間資料，還有屬性資料。這使得很多的可能性。舉個例子來說，使用者有一個包含行政單位資料的圖層，類似愛爾蘭的郡，他想要利用湖泊的圖層來探討每個郡被水覆蓋的比率。一個疊合的動作會產生一個包含兩者屬性的新圖層，如圖4.6所示，而這個新的圖層會包含郡的屬性與湖泊的屬性。也可以將點或線的圖層與多邊形的圖層相疊合。舉例來說，我們有一個市鎮的點圖層與郡的多邊形圖層當作來源，並想要確定每個市鎮落在哪個郡。將兩個圖層相疊合會產生一個具有多邊形郡屬性的點圖層，這給了我們足夠的資訊。

結合緩衝區和疊圖功能，可使複雜的空間資料查詢和運作被實行。舉例來說，一張代表道路網絡的線圖層與一張具有農場位置的點圖層，使用者會想要計算哪個農場距離主要道路一公里以內。這個結果可以參照圖 4.7。首先，使用者先從路線圖層只選取主要道路，並且複製成爲另一張新的路線圖層。接下來我們依著主要道路圖層上的路線周圍創造一個多邊形，是爲多邊形圖層，這張多邊形圖層代表了距離主要道路一公里範圍叫做緩衝區。如果位處距離主要道路一公里以內緩衝區的農場點都需要的話，可以使用cookie cutter的套疊工具，使用該套疊工具在輸入圖層上只會顯示符合位於多邊形緩衝區圖層內之條件的農場，最後連同主要道路圖層複製到最後的圖層去。最後的圖層只會有原來的五個飼養場點，加上包含符合設定屬性的兩個農場和道路圖層。

可能比起其他的 GIS 運算處理之程序，套疊測試較能掌握對於輸入圖層的準確性。如果一個點的圖層直接被套疊在多邊形圖層上，不甚準確的多邊形界線很容易導致原本一個位在邊界附近的點被配置到錯誤的多邊形去。兩個圖層的交叉更近一步的測試準確度，如同第三章我們所討論到的，不會有兩個操作者數位劃一條相同的曲線，即使地圖的資料來源一樣。一旦出現這種情況，接下來的套疊處理將會導致串島多邊形（*sliver polygon*）產生，串島多邊形意指在兩個大多邊形套疊的邊界上，形成一串頭尾相偕的小多邊形。形成過程顯示於圖 4.8 中間的圖。這看起來似乎是很瑣碎的問題，但事實上這是向量套疊處理之後皆普遍性遺留的麻煩，而串島多邊形是可以嚐試被自動移除的。它們往往對比周長的長度而具有狹長而薄的形狀，且面積也小，定義成串島實在適合不過。不過全數刪除

它們仍然會存在問題，它們需要確切地找出哪些大量造成串島多邊形的問題界線應予以刪除。串島多邊形造成的問題是取決於兩個來源尺度的規範和準確性，以及精確的數碼化與否。如果兩個來源圖層都被數化，由相似規範的高品質地圖來源就會產生有高水準的精確度，那麼，前述的問題很可能就變成是微不足道的，通常可以靠軟體的自動程序修正解決。。相反地，如果尺度的規範、準確性和數化這三個標準條件沒有配合到的話，對輸出層的工作會有顯著性的影響。

套疊還可以提供同一個像素大小的網格資料。這有時被稱爲地圖代數（*map algebra*），就好比兩個或兩個以上的輸入層用來創造一個輸出層，輸出圖層的核心數值基本上是透過數學運算。從下方的圖示中的例子中我們可以知道在兩個輸入層中的運算數值在輸出層中被加上。而其他數學運算，如減法和乘法也被廣泛用來作爲邏輯運算的法則，如布林代數。

當兩個圖層使用套疊運算併合之後，由此產生的輸出層會產生有最好和較差準確性兩種結果。不幸地，其結果很可能是從雙方圖層運算的誤差累計相加而來。這被稱爲誤差傳遞（*error propagation*），其意指圖層相結合後，錯誤和不確定性會驚人地成倍數衍生。這意味著，當許多圖層相疊合時，可能必須要針對所有架構中心的來源圖層進行局限設定性的動作。

有一個歷史性研究使用了套疊運算的例子是由李（1996）所發表。李在19世紀中期使用了愛爾蘭內各分郡所公佈的資料，進而估計該郡內人口分佈的情形，這是一個相對較大的空間單位的性質資料分析，可以提供該郡一個更切合實際的代表性人口分佈統計。她認爲，人口分佈可能受到影響在於有無大型水利建設或水源豐沛區，海拔高度，以及住區鄰近的功能性，她的GIS包含有：

@在安特里姆領郡內16個分郡的多邊形面積圖層

@有大型水利建設的多邊形圖層

@顯示高度屬性的多邊形圖層（例如：土地高度屬性分階層有不到200英呎、200～400英呎等）

@一張點的圖層顯示了住區的位置與屬性數據如住區的大小和其周邊功能性等。

郡縣、水源、與海拔高度圖層的套疊，可以產生一個輸出層與263個多邊圖形。然後，她再套疊上居住位置點的圖層，且我們可以計算居住地距離263個多邊形中心點的距離。最後，她使用相當隨機的模式，分析領郡人口並估算衍生出的多邊形人口分佈，該模式是不論多邊形是否涵蓋了水源區、海拔的多邊形，或者居住區距離多邊形的中心點遠還是近。這表示，如何妥善整合各種分散的數據應用於產生新的資訊是非常重要的。

4.7 透過面積內插法將不相容的多邊形數據連結。

在這個章節最後的討論是面內插法。這通常發生使用者想要將兩個或更多的社會經濟數據和代表行政區域的多邊形圖層做連結。當行政區域是相同時，兩套

多邊形可以完美的互相套入，這是一個簡單的操作。什麼地方不可以呢？舉個例子來說，如果我們要利用機構發行的不同行政區域的選舉資料來比較/分析(compare)人口普查資料，將它疊合並不能提供完整的答案，因爲配置的數據對產生的多邊形來說，是不明確的。傳統的回應是集合，這導致空間細節的遺失，這也是GIS研究方法想要盡力去避免的。(見第七章)。

面內插法可以用來取代。首先我們將包含輸入資料的圖層與我們想要估計的人口圖層做疊合。他們分別是來源圖層與目標圖層。這兩個圖層的疊合產生交集區域。問題是接下來如何去估計來源圖層數據的比例然後去配置交集的每個區域。最簡單的方法就是用單位面積的重量去估算。見 圖4.10。來源與目標單位在M、N、O、P交集區域疊合。這個多邊形俱有來源與目標多邊形疊合後計算出來的所有屬性。最後一個屬性項目”估計人口”是使用者加上去的。他的數值是交集區與來源圖層相比的估計值。N圖層的area值 = 30，當他是來源圖層1的時候area值 = 100。如此可以得到 N的估計人口值 = 15。最後一個步驟是再目標圖層上將新的估計值作聚集，我們可以估計目標圖層2的人口值爲15+33=48。

假設人口平均分布是非常不切實際的。舉例來說，在英格蘭與威爾斯的不同行政區，通常包含市鎮與腹地，幾乎沒有平均的人口密度。有許多種技巧可以避免這個假設，主要的是估計來源區域人口的集中。這個功能很少與GIS結合，且有可能被使用者隱藏。這代表使用者會自己訂定步驟。

Gregory *et al.*提供一個面內插法的例子。他們想要比較三個貧窮的指標：嬰兒死亡率、過度擁擠的住宅和失業率，在英格蘭與威爾斯經過19世紀末期到20世紀之間的變化。他們比較4個時期的數據：19世紀末、1930年代、1950年代和1990年代。所有數據都是透過人口普查與*Registrar General's Decennial Supplements*，但是透過不同的地理學報導。19世紀末的數據大約有630個不同行政區，而20世紀中，大約有1500個地方政府 (然而，要比較這兩個數據的擴張是很困難的)。現代的數據可以透過更詳盡且高達十萬筆的空間資料實現。爲了直接比較，所有的資料都會被插入630個不同行政區的最小空間單位中。這些新的數據導致結果損失了一些有意義的空間細節而且對結果也有些錯誤，但是他確實讓時間帶產生，而且可以藉由不同模型的變化來比較。

4.8 結論:經由空間資訊被整合的綜合資料庫的資訊

GIS 軟體提供很廣泛的功能，那就是允許使用者利用他們的空間和屬性的資料集結在一起的方式來處理他們的資料元件。這種功能使得提取現有資料庫的價值提高。所有資料集都會有其限制性，而由GIS軟體所提供的附加的功能將使我們以一種創作者從未想像的方式來運用資料。當以GIS操作時，考慮所有圖層的局限性是很重要的，此外，也要考慮到使用資料時其技術的局限性也很重要，特別是那些結合的資料。只要瞭解到這些局限範圍以內空間操作的結果，GIS 軟體所提供的新功能讓我們從空間參考資料獲得新的理解。在這個章節裡我們開始解，經由GIS來聯合空間和屬性資料模型的有用性。這使得即使用其它方法無法

處理的資料也能被詢問和連結。這樣的關鍵好處在於，它允許再複雜資料都能被輕鬆的處理而成爲簡單的資料。