

地理資訊系統空間資訊展示最佳化之研究

Research on GIS spatial information present optimization

黃仁鵬 Jen-peng Huang
南台科技大學資訊管理系
Department of Information
Management, Southern Taiwan
University of Technology
台南縣永康市南台街一號
1 Nan-Tai Street, YungKang City,
Tainan County Taiwan
jehuang@mail.stut.edu.tw

黃榮吉 Jung-chi Huang
南台科技大學資訊管理系
Department of Information
Management, Southern Taiwan
University of Technology
台南縣永康市南台街一號
1 Nan-Tai Street, YungKang City,
Tainan County Taiwan
m8990303@email2.stut.edu.tw

摘要

GIS 於全球的應用非常的廣泛，尤其結合 GPS 更可擴充其實用性，於台灣的目前的發展也逐漸廣泛。各種空間圖層資料亦逐漸加入系統中，因此造成資料量日趨龐大，在於資料提取及顯示的時間更面臨著挑戰。而若應用在極需快速反應的系統上（如緊急救災救難系統，運鈔車監控系統，即時行車導引等）時，GIS 空間資料顯示的時間更顯得重要。在本篇論文中，我們將針對如何加速 GIS 空間資料的顯示速度提出相關的解決方法及建立一套可行的 GIS 系統執行顯示之架構。

關鍵詞：地理資訊系統、空間、切割、減點、Cache。

Abstract

Now GIS is generally used in our world, especially for those that combined with GPS. In Taiwan, the development of GIS is also becoming popular.

The challenge we encounter is the database becoming huge and the speed of data

transfer becoming slow after we import all the spatial layer information into system. For most of the usages right now, the speed will be one of the most important elements for those systems that need real-time response, for example, the emergency feedback system, traffic monitoring system, and real-time driver guiding system.

In the following chapters, we will focus on developing a new solution on speeding up both the GIS processing and graphic displaying processing, and building a workable system structure.

KeyWord : GIS、Spatial、Split、reduce point、Cache。

一、前言

以電腦為核心的資訊處理系統技術是二次世界大戰後便蓬勃發展、日新月異，在資訊的諸多種類中，空間 (Spatial) 相關的資訊是十分重要的一環，各周遭所見無不與空間位置相關，如何利用電腦來處理空間相關資訊是地理資訊系統 (geographic information system, 簡稱 GIS) 產生和發展的原動力。GIS

技術在國防、內政行政、救災救護、交通運輸、環境監測和保護、市場分析等與國民經濟乃至國家命脈相關的重要領域的成功應用，便大大地推動了社會生產力的發展，同時，也極大地刺激了 GIS 技術的迅速發展，使之成為世界各國激烈競爭的高科技熱門技術之一 [1]。不同領域的學者對 GIS 可能有不太一致的定義，廣泛言之，舉凡對空間資料進行各種處理、應用、分析的系統均可稱之為地理資訊系統，但嚴格來講，它必須具備收集、儲存、取回、檢查、處理、分析、顯示等功能 [2]。

近年來因為 GIS 的快速發展，更結合 GPS (Global Position System) 應用在即時導航監控的相關領域，更因個人行動通訊的到來，結合手機、PDA 的 GIS 解決方案亦被廣泛研究與發展，而對於需要即時反應的 GIS 系統而言，空間資料的顯示速度是非常重要的。本論文就針對如何提昇一般 GIS 空間資料的顯示速度提出了利用切割及減點等方法，來達到資料快速取得及快速顯示的目的。

二、研究內容

對 GIS 空間資料顯示的速度影響因素主要有資料結構、資料量、磁碟 I/O 和演算法，其中磁碟的 I/O 更是其中的瓶頸，如果減少磁碟的 I/O 時間，必可增快顯示的速度，而本篇論文提出幾種方法來解決空間顯示整體磁碟 I/O 的時間，分別是利用切割、減少重複點及 Cache 技術等方式來加速顯示的速度，底下就針對這些方法來敘述：

(一) 切割：

在 GIS 的顯示部份，一般來說都是將空間資料以向量的方式儲存於硬碟中，待欲顯示時，則會將其顯示範圍包含所有物件的所有資訊先載入記憶體中再處理秀出，舉例來說，若顯示範圍很小 (如基隆港)，而所屬空間範圍過大 (如台灣全島海岸線)，則傳統的作法是先將台灣全島的海岸線資料載入，然後再秀出基隆港的部份，也就是說不管要秀圖的範圍多大，都需要先載入整個包含物件的資料進來，這樣就會造成 I/O 及記憶體的負擔，如 Autocad 及 Mapinfo 都是以這種方式來載入的，在空間資料 (圖檔) 不多的情況下，這樣的方式是有其優點，但是一旦資料過多 (如全台灣的地圖) 的情況下，其效率就不彰了。因應這個問題，我們利用切割的方法，使滿足顯示條件所需載入的資料量大幅的減少，關於切割的方式及成效分述於後：

1.1 切割大小：

空間資訊的切割大小取決於要顯示的區塊範圍大小，若顯示區塊範圍小，則切割則宜小，若顯示區塊範圍大，則切割則宜大，其原因為切割區塊大於顯示區塊範圍過多的話，則會發生未切割之前的問題 (載入過多的資訊)，而若切割區塊小於顯示區塊範圍過多的話，則必須載入過多的切割區塊進來，所以切割的區塊宜適中，才可以增加顯示及 I/O 的 Access 效率，而切割大小的公式如下：

$$2G \geq \text{最適切割大小} \geq G$$

$$G = \text{MAX}(W * S, H * S)$$

W:[display Width]

H:[display Height]

S:display Scale

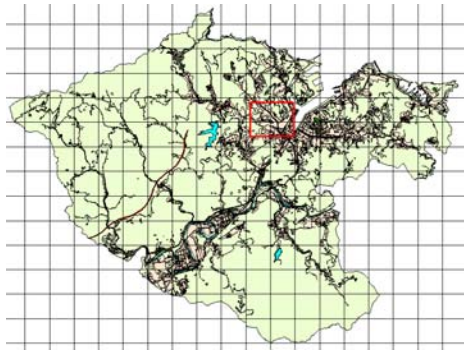
如此一來可保證每一個顯示畫面最多由四張切割空間所組成，且不會造成載入過多無用的資訊。



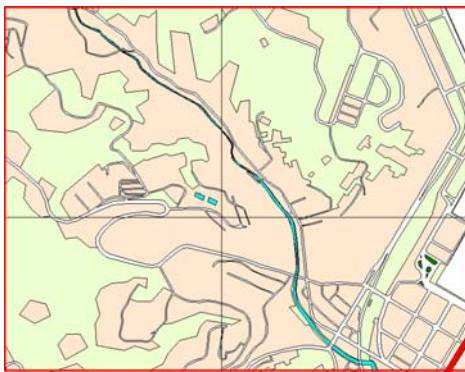
圖一、基隆市未切割全圖



圖二、未切割時局部放大顯示



圖三、切割後基隆市全圖(每區塊 1000M x 1000M)



圖四、切割後局部放大顯示(由四張圖組成)

1.2 對相同空間資料做多分且不對等的切割：

因為空間資料顯示時通常會依不同需要做不同比例的顯示，以台灣地圖而言，我們有時會需要觀看整個台灣，也有可能看某個縣市，也有可能僅看某一交叉路口附近的地圖，為了因應這樣的狀況，我們必須對不同的顯示比例採取載入不同大小的已切割空間資料，以符合每個顯示畫面最多載入四張圖的原則。為了因應任何不同比例的顯示，我們如何選定切割的大小是個很重要的課題，以本次研究的方法來看，所需的切割級數的公式為 $NC(\log_2(\text{最大欲顯示範圍}/\text{最小切割範圍}))+1$ [註:NC 表示無條件進入 $NC(1)=1$ $NC(1.1)=2$]。我們以台灣地圖為例，假設欲顯示的最小範圍是一公里以下，而最大欲顯示的範圍為 400 公里(涵蓋整個台灣本島)，則總切割級數為 $NC(\log_2(400/1))+1=10$ ，表示我們需做 10 種不同比例的切割，底下表一是以公尺為單位的切割級數表：

表一、切割大小與顯示範圍之關係

切割大小	顯示範圍
1000	1000 以下
2000	1000-2000
4000	2000-4000
8000	4000-8000
16000	8000-16000
32000	16000-32000
64000	32000-64000
128000	64000-128000
256000	128000-256000
512000	256000-512000

1.3 切割成效

底下我們以台北市、台南市與台北縣為例說明切割前後的顯示速度之比較表：

表二、切割測試比較表

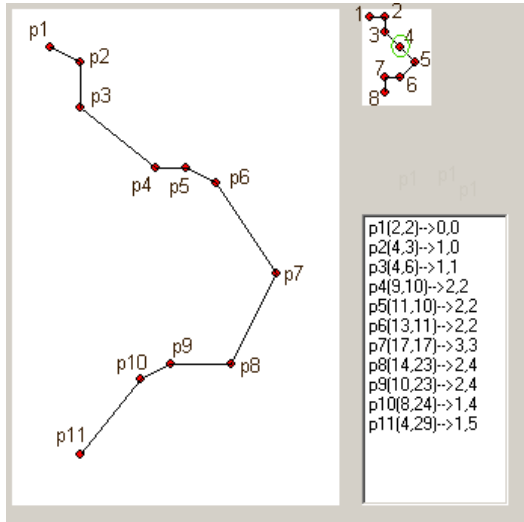
地圖	未切割之顯示速度		有切割之顯示速度	
	載入	平移重繪	載入	平移重繪
台北市 1/5000	28 秒	平均 4.28 秒	1.1 秒	平均 0.85 秒
台南市 1/5000	23 秒	平均 4.26 秒	1.1 秒	平均 0.82 秒
台北縣 1/5000	38 秒	平均 3.7 秒	0.98 秒	平均 0.77 秒

(二) 減點

2.1 減點原因：

當空間資料顯示比例 (Scale) 縮小 (ZoomOut) 時，對向量資料轉成點陣資料 (畫在螢幕上) 而言，有許多的資訊是重複在一點 (pixel) 的，當 ZoomOut 的倍數愈大，則重複的機率愈高，因此我們利用這一種特性，將其重複的點做刪除淨化的處理，因而可以節省儲存的空間，並減少載入的速度及顯示的時間，

以底下的圖(圖五)來看,原先正常 Scale 的點有 11 處,而經過 ZoomOut 6 倍之後,共有 3 個點是與其它點重複的,即 p4, p5, p6 同一點, p8, p9 同一點,因此 p5, p6, p9 在這個比例之下是可以省略的,然而減點後的第 4 點位於第 3 及第 5 的的直線位置上,所以第 4 點也可以省略掉。



圖五、減點示意圖

2.2 減點公式

Procedure ReducePoint()

```

Call getnewPoints(oldList,newList)
RF ← 1
FinishList.add newList[RF]
for i ← 2 to newList.count do
  if NewList[i] >< NewList[RF] then
    FinishList.add newList[i]
    RF ← i
  end
end
end

```

End Procedure

Procedure getNewPoints(oldList,newList)

```

For I ← 1 to oldList.count do
  newList.add oldList[I]/Scale
end

```

End procedure

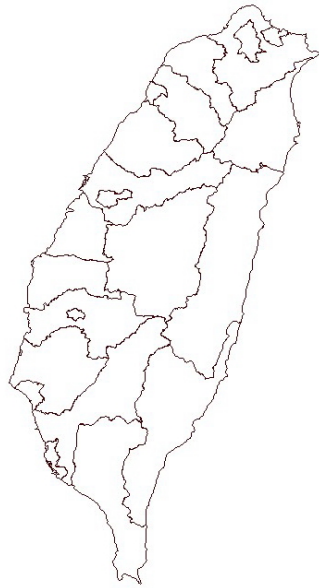
2.3 減點成效

表三、減點資料比較表

	原始資料	減點後資料 (530 倍減 點)
點數	243209	4889
平均顯示時間 (milliseconds)	1952	59
顯示比例	1 pixel=600M	1 pixel=600M



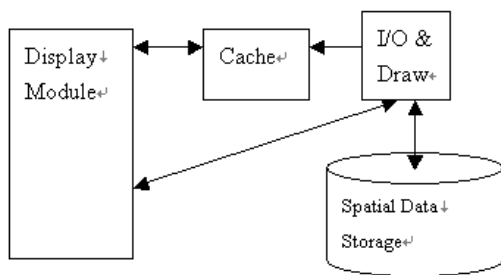
圖六、未減點前顯示圖



圖七、減點後顯示圖

(三) cache 技術

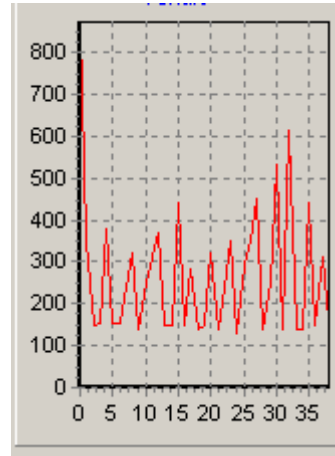
在空間資料的展示上，除了切割的技術之外，我們還可以利用 Cache 方式來加速空間資料的展示，其架構如下：



圖八、Cache 技術示意圖

3.1 效能展示：

以台灣省五千分之一地圖而測試，當尚未加入 Cache 功能前，平均平移顯示速度是 865 MilliSecond，而加入 Cache 的功能後，平均速度降為 373 MilliSecond。



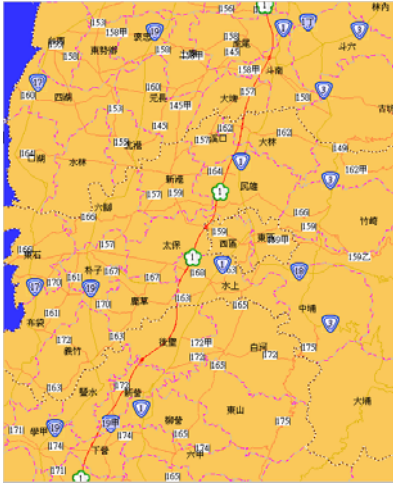
圖九、使用 Cache 後測試數據(X 軸表顯示次數，Y 軸表顯示時間(單位 MilliSecond))

(四) 視覺資訊分配-圖層分層與套疊

於空間資訊的展示中，並不是在任何不同的比例下都需要相同的資訊，有時過度的資訊反而會造成資訊傳達的不良，而且相同的資料，對不同的人來說，其所需求的資訊亦不相同，所以空間資料必須依需要分層，並以不同的需求做對應的顯示，與不同比例的資訊簡化作用，如底下圖為例，圖十、圖十一、及圖十二分別是不同的比例所呈現的區域及路網，如此結構可以讓人一目了然，而圖十三及圖十四及顯示了圖層套疊與不套疊的結果，動態的加入或減去圖層，而使使用者能控制其想呈現的畫面，如此可減少資訊的多餘載入，也可以減少顯示的時間。



圖十



圖十一



圖十四



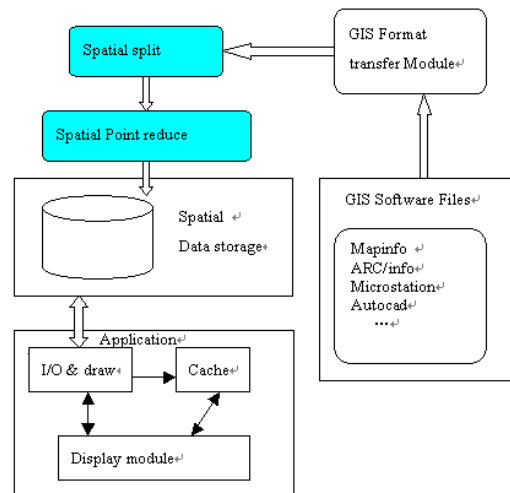
圖十二



圖十三

三、系統實作

(一) 系統架構

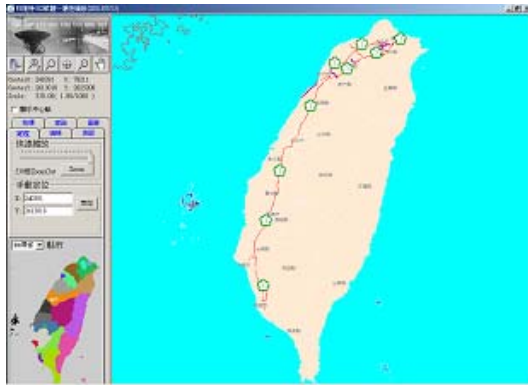


圖十五、系統架構圖

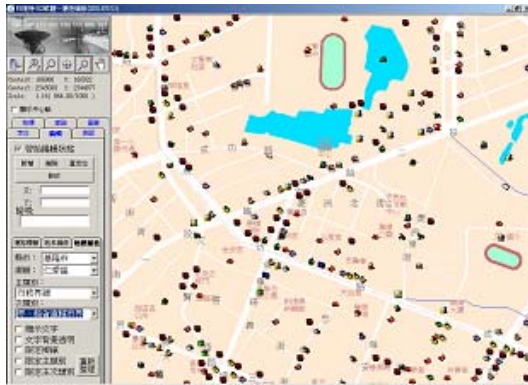
(二) 系統說明

圖十五是我們提出的地理空間資訊顯示的系統架構圖，其中包含資料來源、格式轉換、空間資料切割模組、減點模組、空間儲存裝置、及應用程式區塊。其中資料來源必須可以接受任何市面上通用的 GIS 軟體所產生的檔案格式，當然為了處理的便利及統一，我們在其中加入了格式轉換模組，以將不同的格式轉換成我們可以判讀的格式，接下來就是將處理好的資料依不同的比例予以切割、減點，然後儲存於磁碟、空間資料庫或其它儲存裝置

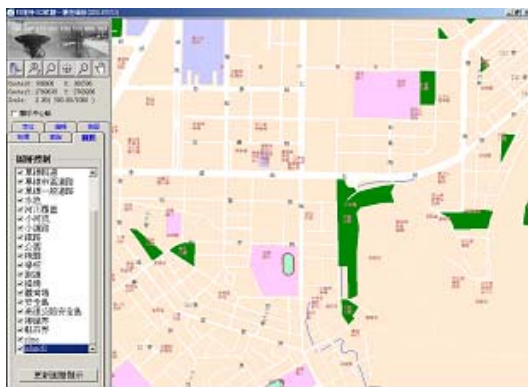
中，當應用程式要顯示空間資訊時再向儲存設備索取對應的區塊，並透過 Cache 的模組來加速顯示的速度。底下的圖是實作的實際畫面：



圖十六



圖十七



圖十八

四、結論與建議

由於資訊科技的進步，地理資訊系統的發展應用層面也日趨廣泛，而眾多資訊亦可與地理資訊加以結合，如水位監控，高壓電線、地下瓦斯管線套繪、救災救難等，面對各種地理資訊大量的成長，如何快速顯示出有用需要的資訊是非常重要的，本研究中針對顯示最佳化所提出的幾種方法確實可以明顯的達到這個目的，透過切割使每次載入的資料維持可秀圖的最小量、透過減點的技术可避免資料顯示的重複，縮短資料載入的時間，而 Cache 則能有效的控制相同資料的再度載入，最後透過圖層分層的概念，動態選擇性的將有用的資訊載入與顯示，避免不必要的圖層資料載入。我們由測試及實作的過程中發現，當資料量愈多時，本論文所提出的方法愈卓著，且以切割及減點的方法最為明顯。

為達到快速顯示目的付出的代價是需要比原先儲存空間資料的更大之儲存空間(配合減點技術，約需原空間的三倍空間)，然而因為現行資料庫的技術成熟及儲存媒體的大容量及低成本，故其可行性非常高。

除了加速顯示速度外，尚有其它的課題可以進行加強或研究，如空間資料的壓縮與儲存，屬性資料的安全加密，web GIS 的傳輸及顯示，以及 Mobil GIS 與 GPS 的實作等。相信透過一相關的研究與發展，未來台灣的 GIS 會更趨成熟更具競爭力。

五、參考文獻:

- [1] Coppock J T, Rhind D W. The history of GIS, geographic information system. London: Longman Inc, 1991. 21~39
- [2] GIS 定義,
<http://www.geog.ntu.edu.tw/girc/GIS資源/gis定義.htm>.