

圖解地籍圖之數值化與座標定位

劉仁俊

國立屏東商業技術學院資訊科技系

renjean@npic.edu.tw

摘要

本研究旨在將老舊之地籍圖數位化處理，並以自動化識別的方法定位地籍圖座標，以達長期保存以及便於存取與處理之目的。數位化之關鍵在於能夠準確且有效率的將地籍圖座標定位，傳統皆以手繪方式，耗時費力。本文提出以新的高階相關法來找出地籍圖中重要的端點或交叉點座標。傳統地籍圖是先以掃描的方式輸入電腦，再經過二元化與細化的過程來方便後續辨識的工作，接著便可利用高階相關法來找出端點的座標。利用以上過程，本研究得到良好的成效，從模擬結果中可以明顯看出其效果不論在速度和正確性上都比傳統手繪量測座標輸入電腦的方式進步許多。

關鍵詞：地籍圖、高階相關法、數位化、細化

一、前言

地籍為國家的重要資料，攸關國家與民生之基礎，地籍圖更為此資料之依據，故在保管與存取上必須作到迅速與正確之目的。傳統地籍圖均以手繪方式用紙本保存，若歷經年代久遠，易導致破舊不堪使用，無法永久保存與使用，需按時加以複製或重繪，且再存取時非常不便，一切都需花費許多人力和物力。雖然政府已在加速推動地籍圖的數位化，惟目前數位化的過程多以手動方式進行，即將地籍圖對應在數位繪圖板上，描繪出所有重要的端點與交點，繪圖板在將之轉換為數字座標來存至電腦。此過程非常耗費時間，且需投入龐大之人力。

本研究之目的，係以高階相關法[1]-[4]及影像處理[5]為基礎，設計一系列完整的圖解地籍圖數位化系統。首先是以掃描器讓圖解地籍圖以二元化方式存入電腦，接著再用細化[6]-[8]的方法將地籍圖中之線條縮為單一像素以方便二進位之處理。最困難之部份在於座標之產生，我們採用高階相關法處理來自動偵測端點之位置以產生座標，之後便能納入電腦管理，達到永久保存與使用之目的。模擬結果顯示，本研究不僅準確度高，且較人工方式快上數十倍，對未來數位化的過程提供一套非常有效的工具。

本文內容安排如下。第二節簡單介紹了地籍圖二元化與細化的過程；第三節說明高階相關法的理論基礎；第四節則說明地籍圖座標定位的計算方法；第五節提出程式模擬的結果；

第六節則為結論。

二、二元化與細化

紙本地籍圖影像輸入電腦是以 300dpi 的灰階來掃描。為了處理方便，首先需轉換成二元化格式，即 0 與 1 的影像。0 代表影像中的背景即白色的部分，1 代表了圖中所含的資訊包括地籍線、地號、地目、框線或因變質污染等所產生之雜訊。在原圖上僅地籍線是我們所要的資訊，其他都會影響數位化的結果。雜訊灰階範圍較廣，所以在二元化時有兩個工作要進行，一是選擇灰階臨界值 (Gray level threshold)，另一是利用臨界值去除一些不相干的雜訊。適當的臨界值可濾除不必要的雜訊，又能保持線條的完整。

由於掃描進來的地籍圖其線條的粗細皆不一致，可利用細化原理將線段由不同粗細的線條轉換成單一像素的線段，如此不但保持現狀的完整性並使資料量減少，並降低粗線在處理時之相互干擾，且將文字及較大的雜訊破壞，使得地籍線的偵測與擷取處理速度上能更快且更正確。

細化時必須在注意三個條件：(1)刪除的點不會消去端點；(2)刪除的點不會中斷連結；(3)不會引起區域的過度浸蝕。圖一為一單窗範例用來運算線條之細化。

P9	P2	P3
P8	P	P4
P7	P6	P5

圖一 細化演算法則所使用的 3×3 單窗

細化的方法乃是使用下列四個基本步驟連續的對該影像之輪廓點作處理：

(1) 尋找並標記滿足下列條件的點

(a) $2 \leq N(P_i) \leq 6$

(b) $S(P_i) = 1$

(c) $P_2 \times P_4 \times P_6 = 0$

(d) $P_4 \times P_6 \times P_8 = 0$

其中 $N(P_i)$ 表示其鄰近像元 P_i 中，非 0 元素的個數； $S(P_i)$ 則是依序從 P_2 到 P_9 的順序中從 0 變為 1 的次數。如圖二的例子中， $N(P_i) = 4$ ， $S(P_i) = 3$ 。

- (2) 刪除標記的點
- (3) 尋找並標記滿足下列條件的點
 - (a) $2 \leq P_i \leq 6$
 - (b) $S(P_i)=1$
 - (c) $P_2 \times P_4 \times P_8 = 0$
 - (d) $P_2 \times P_6 \times P_8 = 0$
- (4) 刪除標記的點
- (5) 重複上述步驟(1)到(4)直到沒有標記的點為止。

0	0	1
1	P_i	0
1	0	1

圖二 細化之演算法之實例

在上述過程中，要將應刪除的點先標記下來，等全部運算完成後再予以刪除，主要原因是為了避免在演算執行間資料結構的改變。當輪廓點 P_i 只有一個或七個 8 鄰域值為一時，則不滿足條件(a)，當 $N(P_i)=1$ 時，表示 P_i 是一骨架的端點將明顯的不應刪除，當 $N(P_i)=7$ 時，若刪除 P ，則向區內浸蝕。如果在粗線條的像元上，則無法滿足條件(b)，由此可知條件是防止在細化期間骨架的中斷，而當($P_4=0$ 或 $P_6=0$) 或(P_2 、 P_8 同時為 0 時)才會滿足條件(c)、(d)。綜合上述條件之情況，發現滿足步驟(1)的點是東邊或南邊或邊界上北方轉角點，滿足步驟(3)的點，是西邊或北邊或邊界上南方轉角點。

三、高階相關法

原始之高階相關法是一種 3-D 的影像處理法則[1][2]，處理資料是由衛星紅外線、雷達或聲納等感測器所傳回之一連串的 2-D 影像，在堆疊之後產生 3-D 的數位影像，座標軸分別是定義為 (x, y, t_n) ， (x, y) 為其空間變數， t_n 為時間變數， n 則代表了離散時間。因為此類型感測器之原理不同於一般之 CCD 類型感測器，所得之資料是以點為主，而非一般的照片式影像。處理的目的是在偵測移動的點目標。若有目標在影像中移動，則於一連串時間後會形成似曲線之軌跡。然而感測器所傳回的資料中，不僅包含了目標，且夾雜了被掃描區域的背景和感測器本身之雜訊，這些干擾嚴重地提高了問題的困難度。感測器對這些資料之掃描所得為連續數值的強度(Intensity)，故型成一灰階(Gray Scale)之影像，但因對目標之強度資訊無法做任何預測，故就強度而言，目標點和雜訊點毫無區別，因此可將此灰階影像轉換成二進元(Binary)影像，以免失去所欲偵測目標之任何資訊。

目標點在一連串的移動過程中會建立與時間相依的軌跡，相關性因此而存在並依目標之移動速度與方向而改變。高階相關法便是以遞迴(Recursive)的方式來計算此相關性，其通用式為

$$Y^{(k)}(x, y, t_n) = g[Y^{(k-1)}(x, y, t_n) \sum_{i_1=-v}^v \sum_{j_1=-v}^v Y^{(k-1)}(x+i_1, y+j_1, t_{n+1}) \sum_{i_2=-v}^v \sum_{j_2=-v}^v Y^{(k-1)}(x+i_1+i_2, y+j_1+j_2, t_{n+2})] \quad (1)$$

式中 k 為遞迴之階層(Order of Recursion)， $|v|$ 為目標移動之最高速度限制，若處理的過程總共使用了 n_0 個時間的資料，則 n 的範圍是從 1 到 n_0-2k 。需注意的是當 $k=0$ 時， $Y^{(0)}(x, y, t_n)$ 為原始的輸入影像資料。此外， $g(t)$ 為一門檻函數(Hard Limiter Threshold Function)，即

$$g(t) = \begin{cases} 1, & t > 0 \\ 0, & t \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

此函數的定義會使得式(1)之結果依舊為二元影像，遞迴運算才能因此不段持續下去。若式(2)之計算結果 $Y^{(k)}(x, y, t_n)=1$ ，則代表了會有一可能的軌跡在時間 t_n 從點 (x, y) 延伸至時間 t_{n+2k} ，即長度為 $2k+1$ 個時間。這個軌跡可以是任意形狀，且固定的在每連續兩個時間上都擁有相關性。以目標點而言，當然會滿足這個特性，但若雜訊與背景影響程度過高，則也有可能滿足此特性。在法則的執行上，[2]中提供了一套類神經網路的並行處理架構，以達即時處理的目的。

以相關函數(Correlation Function)在影像處理上之應用非常廣泛，且多為 2-D 處理，因此式(1)的方法可以很輕易地推廣到其他的應用。若以高階相關法來做 2-D 處理，只要將變數 y 或 t_n 拿掉就可。例如以曲線的偵測為例，可分垂直方向和水平方向來進行。在垂直方向的影像中，是以 y 當作位移來計算 x 之間的相關性，即

$$Y^{(k)}(x, y) = g[Y^{(k-1)}(x, y) \sum_{i_1=-v}^v Y^{(k-1)}(x+i_1, y+1) \sum_{i_2=-v}^v Y^{(k-1)}(x+i_1+i_2, y+2)] \quad (3)$$

式中， i_1 和 i_2 能夠決定曲線的彎曲度，只要定義 $i_1=i_2$ 即可偵測到所有直線，是一種更簡便快速的方法。而只要對 i_1 和 i_2 加以定義，便能分析任意的曲線之彎度。若欲偵測水平方向的曲線，只需將式(3)中之 x 與 y 互換即可。因而可知高階相關法中的 i_1, j_1, i_2, j_2 是重要的參數，可

用來詳細分析圖形的內容。

地籍圖上之地籍線，猶如點目標移動時所形成的軌跡。因為對於地籍線像素其長度與相關性遠大於雜訊及地號、地目之文字等，並且其軌跡相當明顯。所以只要限制偵測方向，雜訊及地號、地目便能很容易被濾除而僅保留地籍線。

高階相關法的過程包括垂直處理、水平處理、垂直處理結果與水平處理結果求交點，將交點轉換成座標等。垂直相關運算函式是由上而下掃描，再由下而上掃描後作合成。水平相關運算函式則是由左而右掃描後，再由右而左掃描後作合成。

四、圖解地籍圖數值化座標計算

圖解地籍圖數值化[12][13]，最主要就是找出界址點的座標，而所謂的界址點，就是土地的轉折點。一幅地籍圖經過垂直、水平掃描後，就將地籍線分成兩部分，一部分為垂直掃描後所保留下來的地籍線 A，一部分為水平掃描後所保留下來的地籍線 B。利用此兩部份的地籍線求交點，即 $C=A \& B$ ，C 即為所求出的轉折點(即界址點)。

經求出轉折點 C 後，可以 Matlab 中 find 指令找出索引：

$$[idx_1, idx_2] = \text{find}(C=1) \quad (4)$$

其中 C 可視為一矩陣， idx_1 和 idx_2 分別是符合條件之矩陣元素的列索引 (Row index) 及行索引 (Column index)。

找出界址點索引後，所需的座標，必須加以轉換，才能成為數化所用的地籍座標。其方法為圖廓左下角和右上角座標必須為已知。若 (X_1, Y_1) 和 (X_2, Y_2) 分別為地籍圖圖廓左下角和右上角的座標， (x_1, y_1, x_2, y_2) 則分別為地籍圖圖廓左下角和右上角之列索引及行索引。則行與列相對之比例為

$$U = (X_2 - X_1) / (x_2 - x_1) \quad (5)$$

$$V = (Y_2 - Y_1) / (y_2 - y_1) \quad (6)$$

若該筆土地其中之一界址點 M 其列索引及行索引以 idx_1, idx_2 表示，則 M 之座標 (X_M, Y_M) 分別為

$$X_M = (idx_1 - \min(idx_1)) * U + X_1 \quad (7)$$

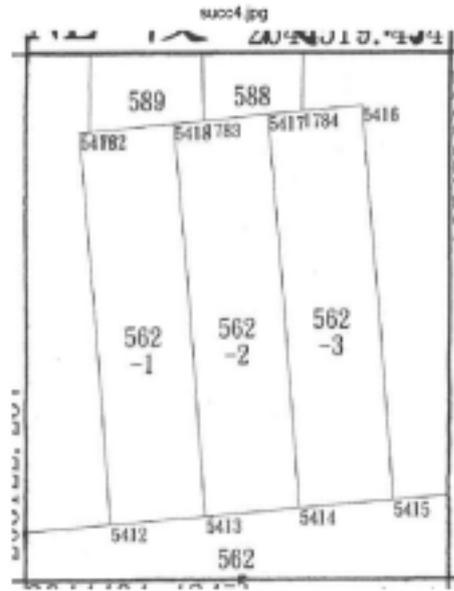
$$Y_M = Y_2 - (idx_2 - \min(idx_2)) * V \quad (8)$$

五、程式模擬

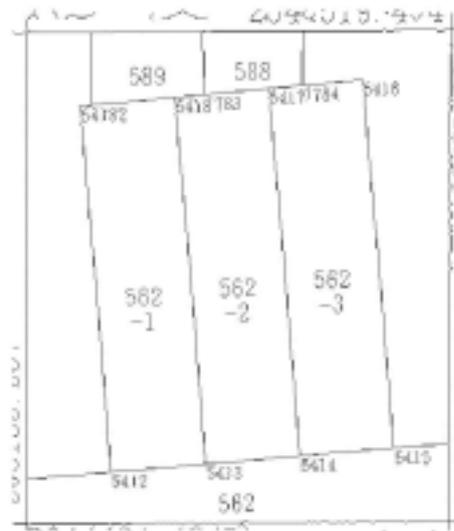
本節利用以上所提出之理論，以地政單位保管之地籍圖來做實際驗證。

圖三為數值法地籍圖重測比例尺 500 分之一之原始影像，由於此圖採數值法重測，因此本地籍圖已納入電腦管理，此圖為電腦繪製，包含界址點點號，即四位數數字部份，(5412~5418、1782~1784)及地號(562-1、562-2、

562-3、562、588、589)。圖四為二元化與細化後之結果，可明顯觀察到圖像對比之提高與圖中線條之變細。



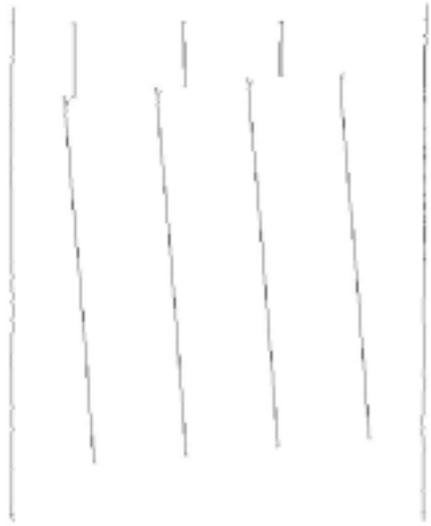
圖三 數值法重測比例尺 1/500 地籍圖原始影像



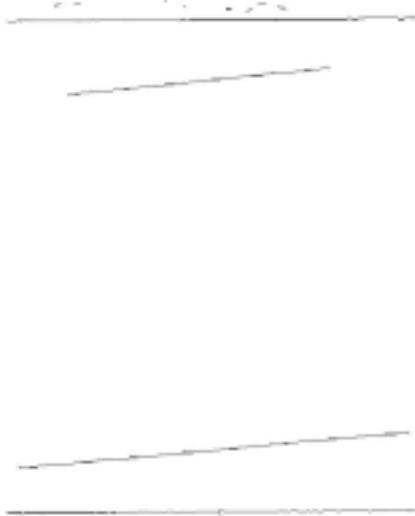
圖四 圖一之二元化與細化後結果

圖五和圖六分別為以 12 階高階相關法經垂直和水平處理後之結果。斜率絕對值大於 1 的線條均保留在圖五，斜率介於 -1 與 1 之間的線條均保留於圖六。因 12 階的運算數高，故線條的長度必須大於 25 以滿足相關性之要求，故圖四中的文字與雜訊幾乎都已被濾除。少數被保留較長之文字並不影響最後界址點之判別。階數是兼顧正確性與效率，當然階數愈高所需耗費之時間愈久。即使若認為所留存之

少數文字點在視覺感官上有所影響，只要增加高階相關法之處理階數便可完全排除。



圖五 圖四之垂直運算結果



圖六 圖四之水平運算結果

圖七為圖五與圖六即垂直與水平處理後之交點，共計有 20 個點，包含圖廓點 4 點及地籍線跨越圖廓時與圖廓之交點 5 點，以及我們想要的界址點 11 個點。此結果是十分完整，並未有任何點被遺漏，也為有任何不相關之轉折點被保留。

針對地號 562-1, 562-2 和 562-3 之相關資訊以及各界址點的座標分別如表一、表二和表三所示，每個地號各包含了 5 個界址點和其座標，每個界址點都有編號。此三個表為彰化縣田中地政事務所轄區內地籍圖之資料，由地政

機關所使用地政系統之複丈子系統查詢而得，其數據為本研究結果比較之標準依據。為了驗證圖解地籍圖數值化之精確性，乃採用此圖作為數值化之原圖。



圖七 圖五與圖六之交點

表一 東興段 562-1 地號宗地資料

*** 宗地資料查詢 ***						
地政事務所: 田中地政事務所	日期: 92年 5月19日	列印人: 系統管理林顯顯	頁次: 1			
段 號: 0743	段 名: 東興段					
地 號: 0562-0001	登記地目: 建	等 則:				
收件序字號:	登記面積: 83.09	圖幅號: 11				
最大子號: 0005	計算面積: 83.09	界址點數: 5				
界址座標資料						
序號	界址點號	樁標種類	Y - 坐標	X - 坐標	距 離	方位角
001	05419		2644515.554	208124.818	18.573	175 23 21
002	05412		2644497.041	208126.311	4.467	85 1 47
003	05413		2644497.428	208130.761	18.630	355 23 28
004	05418		2644515.998	208129.264	3.994	264 16 51
005	01782		2644515.600	208125.290	0.474	264 26 1
相鄰地號資料						
0562-0000	0562-0002	0562-0005	0589-0000	0590-0000		
<< 列印完畢 >>						

表二 東興段 562-2 地號宗地資料

*** 宗地資料查詢 ***						
地政事務所: 田中地政事務所	日期: 92年 5月19日	列印人: 系統管理林顯顯	頁次: 1			
段 號: 0743	段 名: 東興段					
地 號: 0562-0002	登記地目: 建	等 則: 06				
收件序字號:	登記面積: 83.33	圖幅號: 11				
最大子號: 0005	計算面積: 83.33	界址點數: 5				
界址座標資料						
序號	界址點號	樁標種類	Y - 坐標	X - 坐標	距 離	方位角
001	05418		2644515.998	208129.264	18.630	175 23 28
002	05413		2644497.428	208130.761	4.466	85 1 43
003	05414		2644497.815	208135.210	18.685	355 23 33
004	05417		2644516.440	208133.709	3.044	264 20 37
005	01783		2644516.140	208130.680	1.423	264 16 24
相鄰地號資料						
0562-0001	0562-0003	0562-0005	0588-0000	0589-0000		
<< 列印完畢 >>						

表三 東興段 562-3 地號宗地資料

**** 宗地資料查詢 ****						
地政事務所: 田中地政事務所						
日期: 92年 5月19日 列印人: 系統管理林麗雄(次: 1)						
段 號: 0743	段 名: 東興段					
地 號: 0562-0003	登記地: 山		等 則: 06			
政作字號:	登記面積: 83.58		圖幅號: 11			
最大字號: 0005	計算面積: 83.58		界址點數: 5			
界 址 坐 標 資 料						
序號	界址點號	格標種類	Y - 坐標	X - 坐標	距 離	方位角
001	05417		2644516.440	208133.709	18.685	175 23 33
002	05414		2644497.815	208135.210	4.467	85 1 1
003	05415		2644498.203	208139.660	18.741	355 23 27
004	05416		2644516.883	208138.154	2.848	264 17 51
005	01784		2644516.600	208135.320	1.619	264 19 41
相 鄰 地 號 資 料						
0562-0002	0562-0004	0562-0005	0585-0000	0588-0000		
<< 列印完畢 >>						

我們將圖七之相關交點取出，以公式(5)-(8)來計算出相對座標。在 20 個點中我們取出 11 個界址點來和表一至表三的實際座標值來作比較。表四即為全部數據與比較之結果。第一欄為各界址點在表一至表三之編號；其原來數值法重測成果座標列於第二和第三欄，其資料來源為查詢複丈系統而得；而第四和第五欄則為圖解地籍圖數值化後之座標；兩者間的誤差列於第六和第七欄。我們可觀查出誤差值極小，均在小數點第二位以內，依內政部土地測量局訂頒「台灣省圖解地籍圖數值化作業手冊」[13]之規定，都在容許誤差範圍內。

伍、結論

本論文以高階相關法應用於圖解地籍圖數值化，經程式模擬結果，証實確實可行。任何比例尺之地籍圖，包括 1200 分之一、1000 分之一、600 分之一、500 分之一，甚或較少有之 3000 分之一皆可適用。

對於地號、地目與地籍線重疊的部份，亦不會影響數化之結果，蓋水平或垂直處理數 12 階以上時，地號、地目已被濾除掉，而地籍線因存在著高度的相關性，因此仍保留下來。

執行本套系統，可節省人力及設備，傳統圖解地籍圖數值化，需使用座標讀取儀，由人工逐點在地籍圖上讀完界址點為止，雖然目前已有改善，改在電腦螢幕上以滑鼠讀取影像檔之界址，但總是需要人力與設備，本套系統，只要地籍圖掃描後，輸入圖廓左下角及右上角座標，電腦就自動轉換成座標，所需設備，只要掃描器與一部個人電腦就足夠。故本研究之

成果，對於地政方面之業務能有效提升其效率與功能，並降低人力和物力之成本。

參考文獻

- [1] R. J. Liou and M. R. Azimi-Sadjadi, "Multiple Target Detection Using Modified High Order Correlations", to appear in IEEE Transaction on Aerospace and Electronic Systems, 1998.
- [2] R. J. Liou and M. R. Azimi-Sadjadi, "Dim Target Track Detection Using High Order Correlation Method", IEEE Transaction on Aerospace and Electronic Systems, vol. 29, no. 3, pp. 841-856, July 1993.
- [3] R. J. Liou and M. R. Azimi-Sadjadi, "Multiple Target Detection and Track Identification Using Modified High Order Correlations", in Proceedings of ICNN'94, Florida, pp. 3277-3282, 1994.
- [4] R. J. Liou, M. S. Chen and Y. N. Chung, "Dim Target Track Detection and Classification", in Proceedings of ISANN'94, Taiwan, pp. 247-252, 1994.
- [5] R.C Gonzalea and R.E Woods "Digital Image Processing", 2nd ed., 1999.
- [6] A. Hashizume, P.S. Yeh, and A. Rosenfeld, "A Method of Detecting the Orientation of Aligned Component," Pattern Recognition Letter, vol. 4, pp 125-132,1986.
- [7] T.Y. Zhang and C.Y. Suen, "A fast thinning algorithm for thinning patterns," Comm. ACM, No.27, PP.236-239,1984.
- [8] W.Postl, "Method for Automatic Correction of Character Skew in the Acquisition of a Text Original in the Form of Digital Scan Results",US Patent 4723297,1988.
- [9] 徐進良 "高階相關法在圖形及表格處理上的應用"大葉大學碩士論文 1999.
- [10] 李麗英 "應用高階相關法於多目標偵測之研究" 大葉大學碩士論文 1997.
- [11] 林正浩 "以高階相關法應用於影像處理之研究" 大葉大學碩士論文 1997.
- [12] 內政部 地政系統之土地複丈系統.
- [13] 內政部土地測量局 台灣省圖解地籍圖數值化作業工作手冊 2001.

表四 數值重測與圖解數化座標比較

點號	數值重測座標		圖解數化座標		誤差(m)	
	Y-座標	X-座標	Y-座標	X-座標	Y-座標	X-座標
5419	2644515.554	208124.818	2644515.578	208124.811	0.024	0.007
5412	2644497.041	208126.311	2644497.106	208126.288	0.065	0.023
5413	2644497.428	208130.761	2644497.410	208130.776	0.018	0.015
5418	2644515.998	208129.264	2644515.959	208129.199	0.039	0.065
1782	2644515.600	208125.290	2644515.620	208125.275	0.020	0.015
5414	2644497.815	208135.210	2644497.893	208135.206	0.078	0.004
5417	2644516.440	208133.709	2644516.510	208133.629	0.070	0.080
1783	2644516.140	208130.680	2644516.171	208130.634	0.031	0.046
5415	2644498.203	208139.660	2644498.275	208139.694	0.072	0.034
5416	2644516.883	208138.154	2644516.849	208138.118	0.034	0.036
1784	2644516.600	208135.320	2644516.637	208135.275	0.037	0.045