



QGIS 系列課程(1) — 數化向量圖 Digitizing vector maps

林 政道
mutolisp @ gmail.com

國立臺灣大學森林環境暨資源學系

大綱

- 背景
 - 專有名詞
 - 幾何拓撲有效性
- 從影像檔(raster)建立具有空間屬性的向量檔(vector)
 - 事前準備
 - QGIS向量編輯工具介紹
 - 新增向量檔
- 編修向量檔
 - 確認幾何正確性

專有名詞解釋

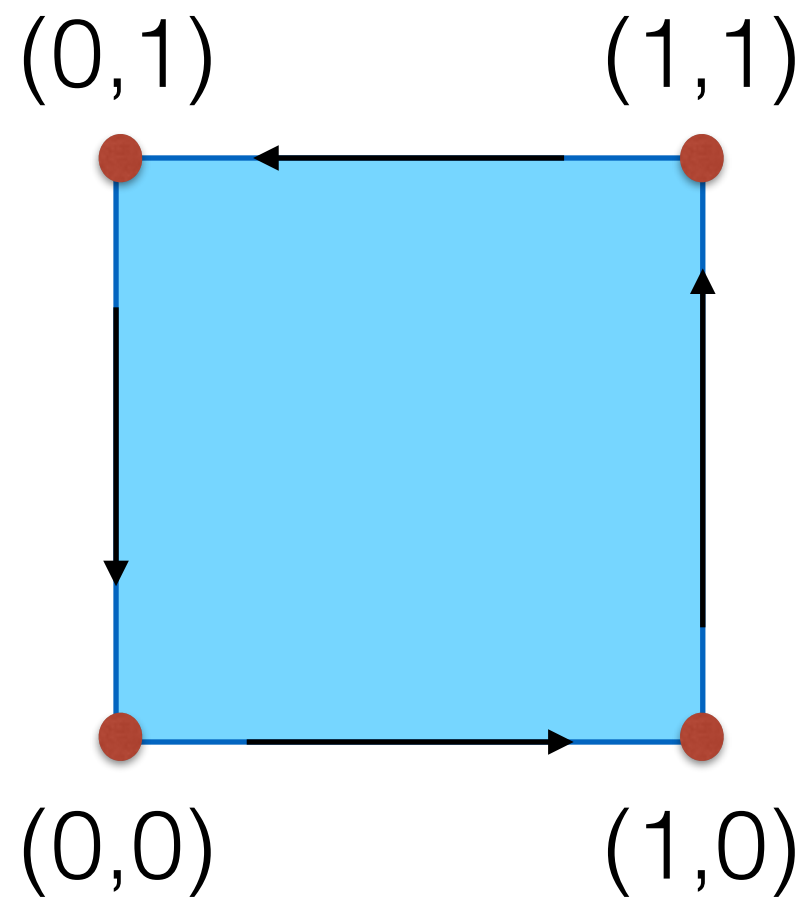
- 圖徵(feature)：具有空間資訊的地圖特徵，分為點、線以及多邊形三種不同類型，可代表真實世界物件的概念
- 節點(node)：構成線、多邊形的點
- 屬性(attribute)：描述圖徵的文字資料

幾何拓撲的有效性

多邊形和點、線不同之處為其幾何有效性，通常必須要符合以下幾點，才稱之為「有效」的多邊形

1. 多邊形必須要閉合
2. 多邊形內部的洞，必須在具有外部邊界之多邊形內，而此洞亦有其內部的邊界
3. 多邊形不可以自我交會，也不可以跟其他多邊形重疊（除了和其他多邊形上之點重疊外）

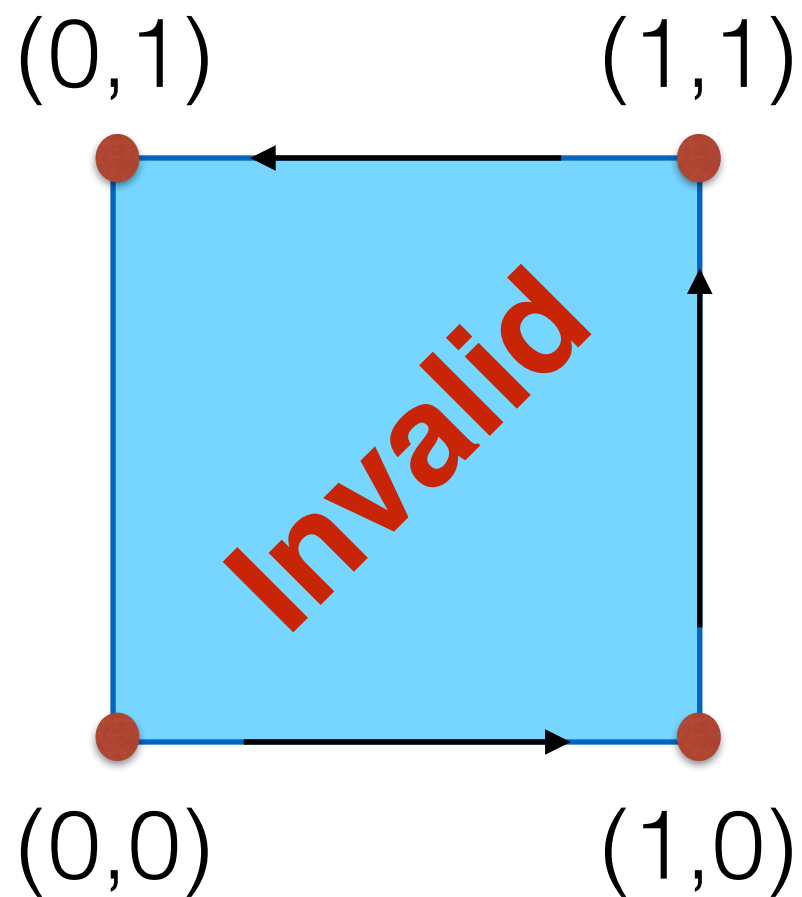
幾何拓撲的有效性——規則1



四點構成一個多邊形：

`polygon((0,0), (1,0), (1,1), (0,1), (0,0))`

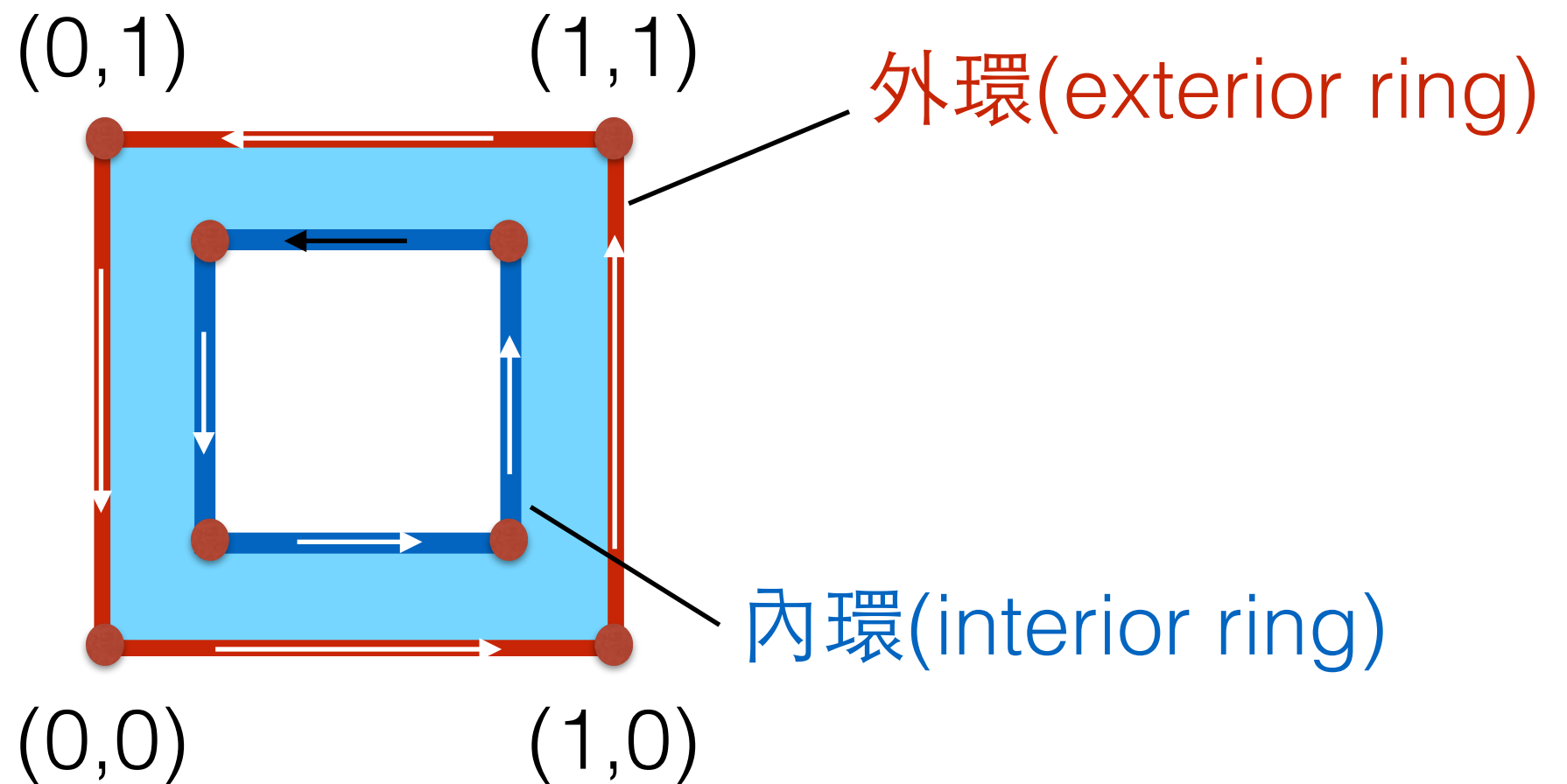
幾何拓撲的有效性——規則1



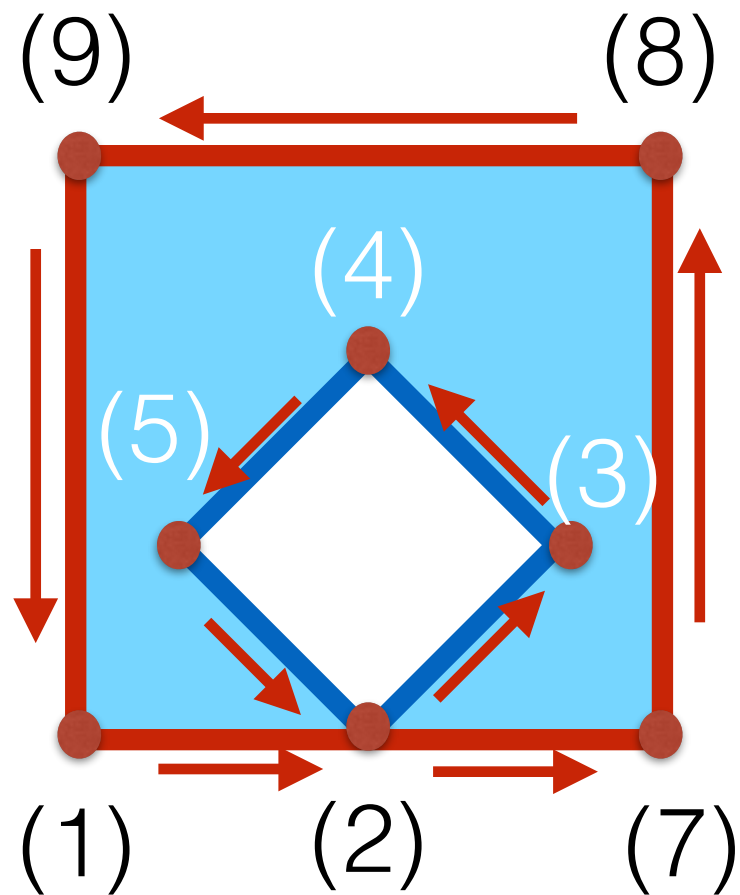
`polygon((0,0), (1,0), (1,1), (0,1))`

雖然有四個點，可以連成一個多邊形，
但最後 $(0,1)$ 節點沒有連到 $(0,0)$ 節點，
所以這個環為無效之多邊形

幾何拓撲的有效性——規則 2



幾何拓撲的有效性——規則 3

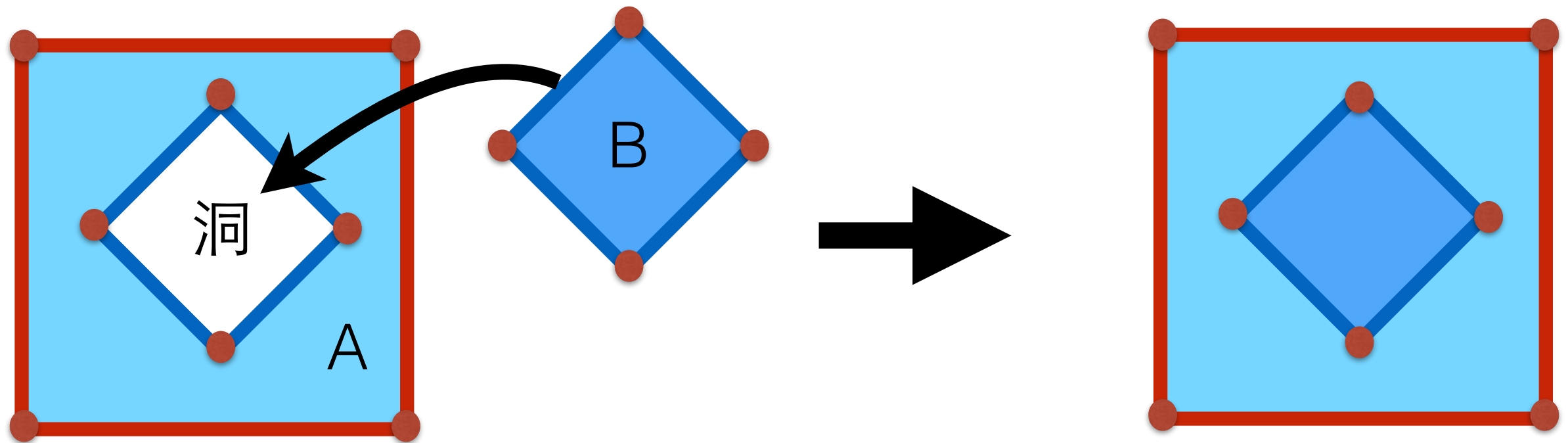


`polygon((1), (2), (3), (4), (5),
(6), (2), (7), (8), (9), (1))`

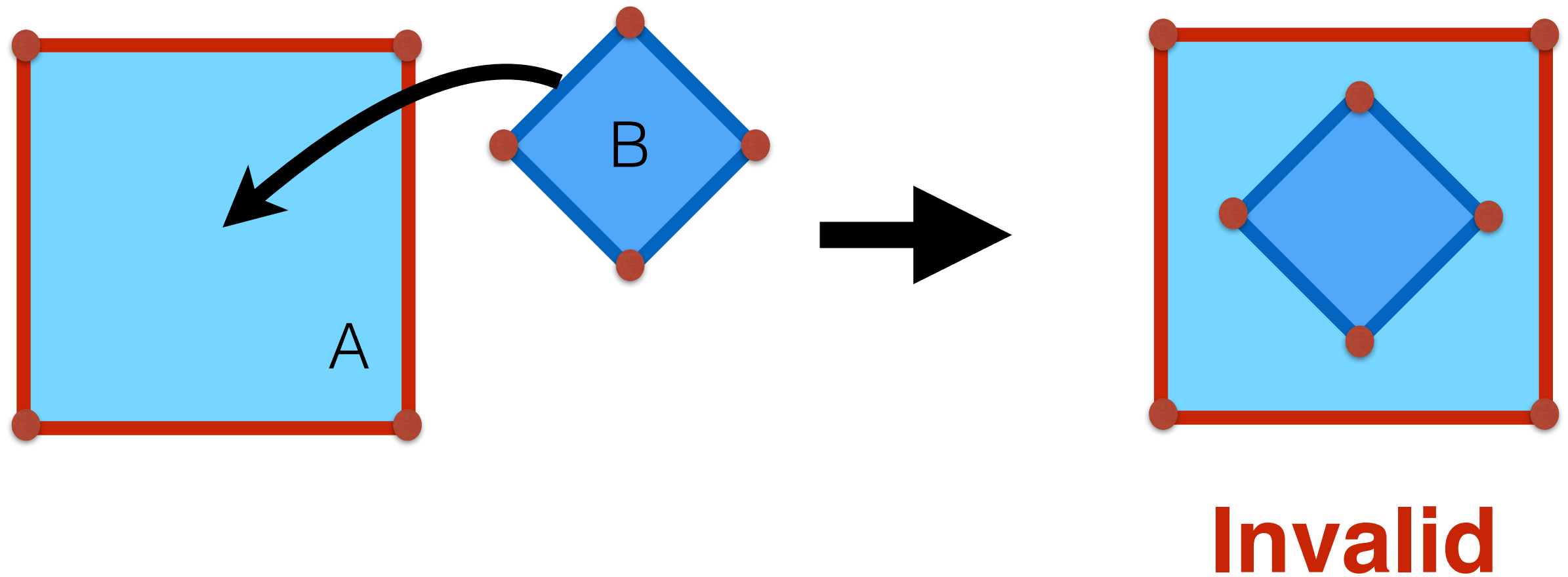
節點(2) 自我交會

Invalid

幾何拓撲的有效性——規則 3



幾何拓撲的有效性——規則 3

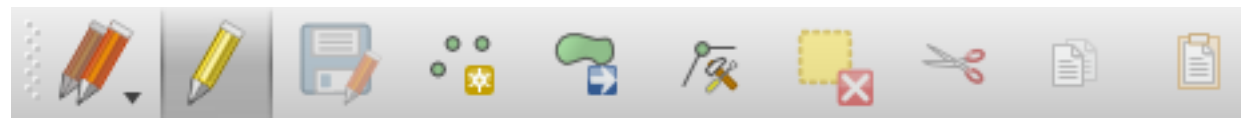
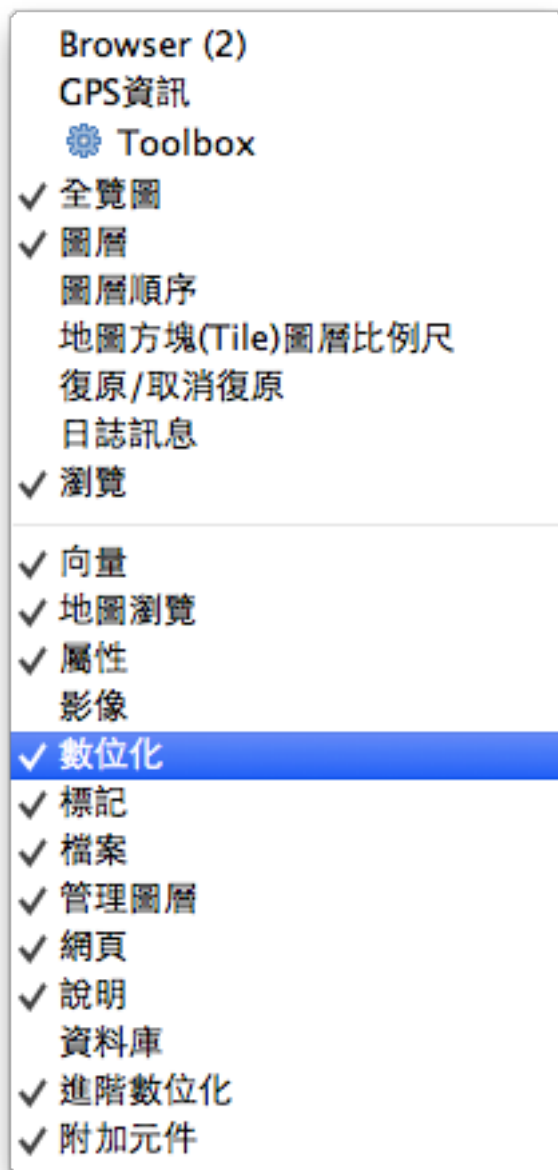


事前準備

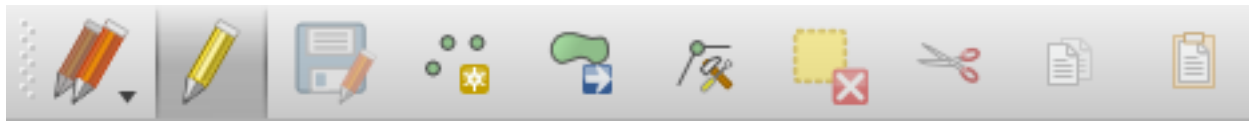
- 確認座標系統！
 - 臺灣常用的座標系統為
 - EPSG:3826 (Taiwan Datum 1997 TM2, 簡稱 TWD97)，中央子午線為 121°N ，適用於全島
 - EPSG:3825 (TWD97, 中央子午線為 119°N)，適用於澎湖、金門、馬祖
 - EPSG:4326 (WGS 84 經緯度)

QGIS 數化工具

在工具列上按右鍵啟用「數位化」及「進階數位化」



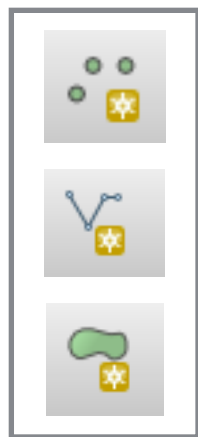
QGIS 數化工具 (1) 數位化



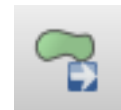
切換編輯狀態



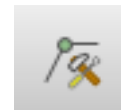
儲存已修改過之圖層



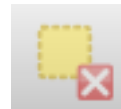
新增圖徵*，依其性質分為點(point)、線(line)與多邊形(polygon)



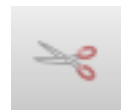
移動圖徵



修改節點



刪除選取之圖徵



剪下選取之圖徵



複製選取之圖徵



貼上複製之圖徵

* 依據向量圖徵的不同，所出現的圖示也不同

例一北竿、開始數化

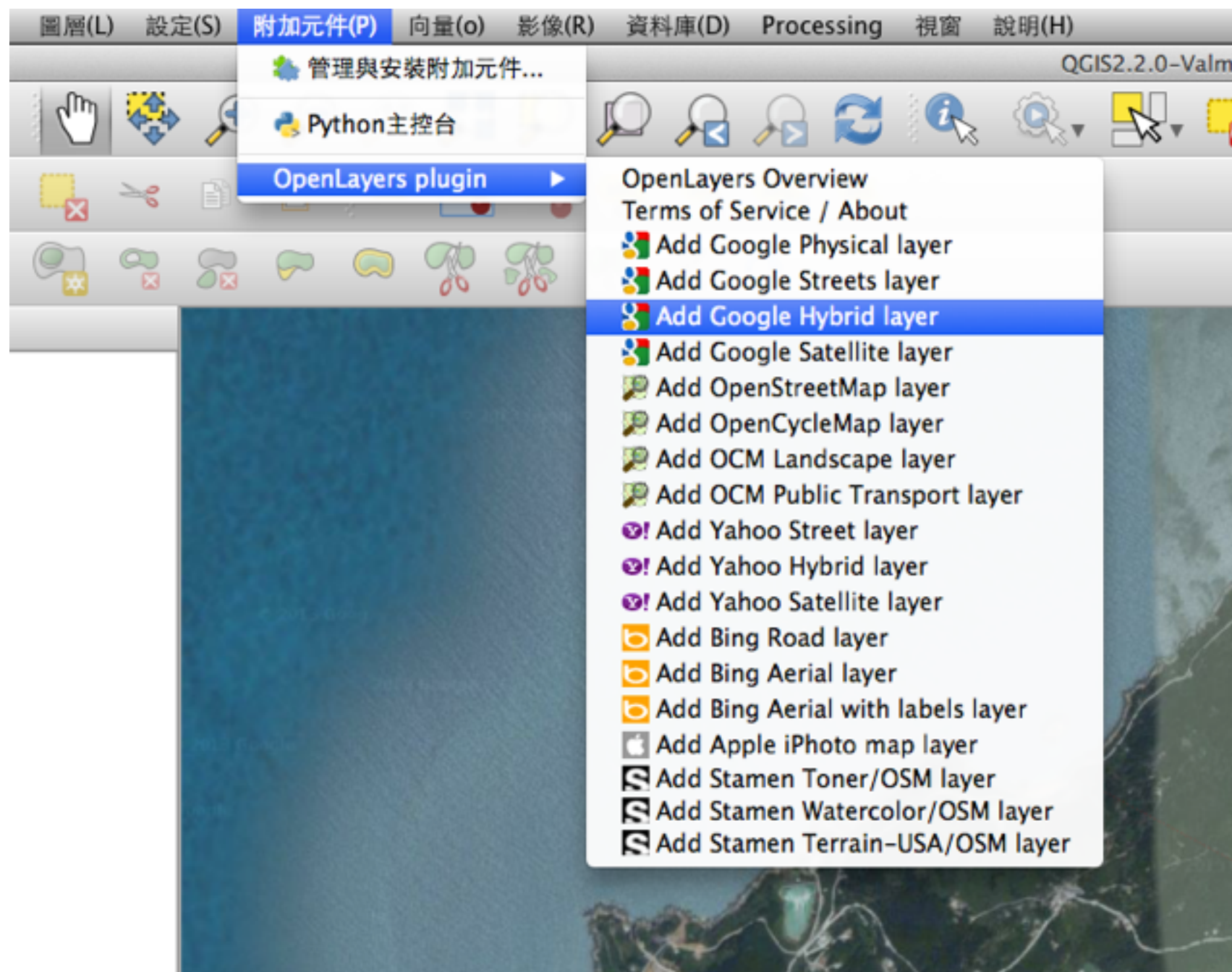
- 我們以 Google Maps 當底圖，數化北竿鄉的邊界
 1. 設定 Google Maps 底圖，並開啟即時座標轉換 (CRS)
 2. 建立多邊形 ESRI Shapefile
 3. 建立圖徵

0. 前置作業

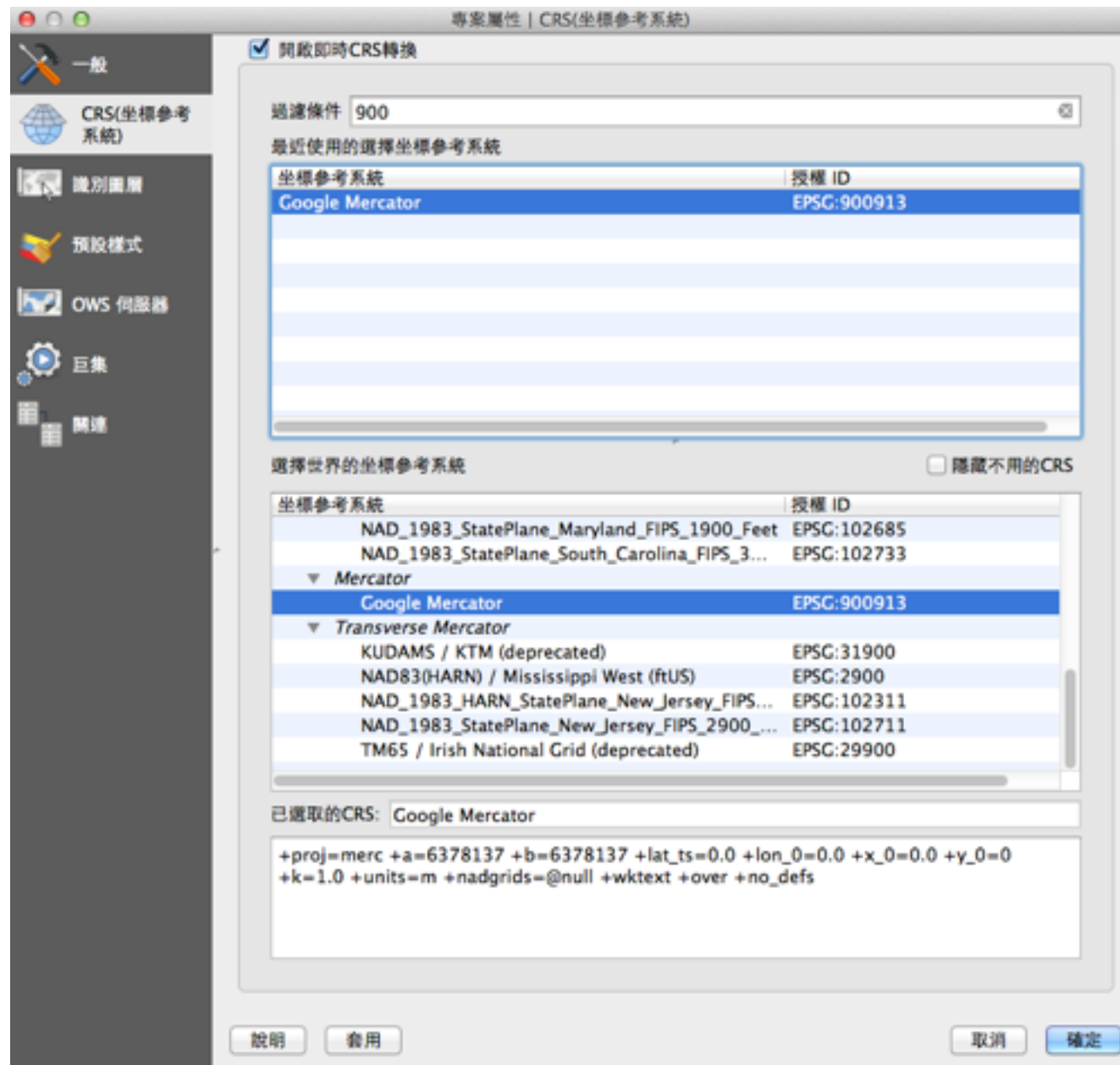
安裝附加元件 Open Layers Plugin，選單：附加元件/管理與安裝附加元件
搜尋 Open Layers Plugin，並安裝之



0.1 加入 Google Hybrid layer 當底圖



0.2 開啟即時座標(CRS)轉換



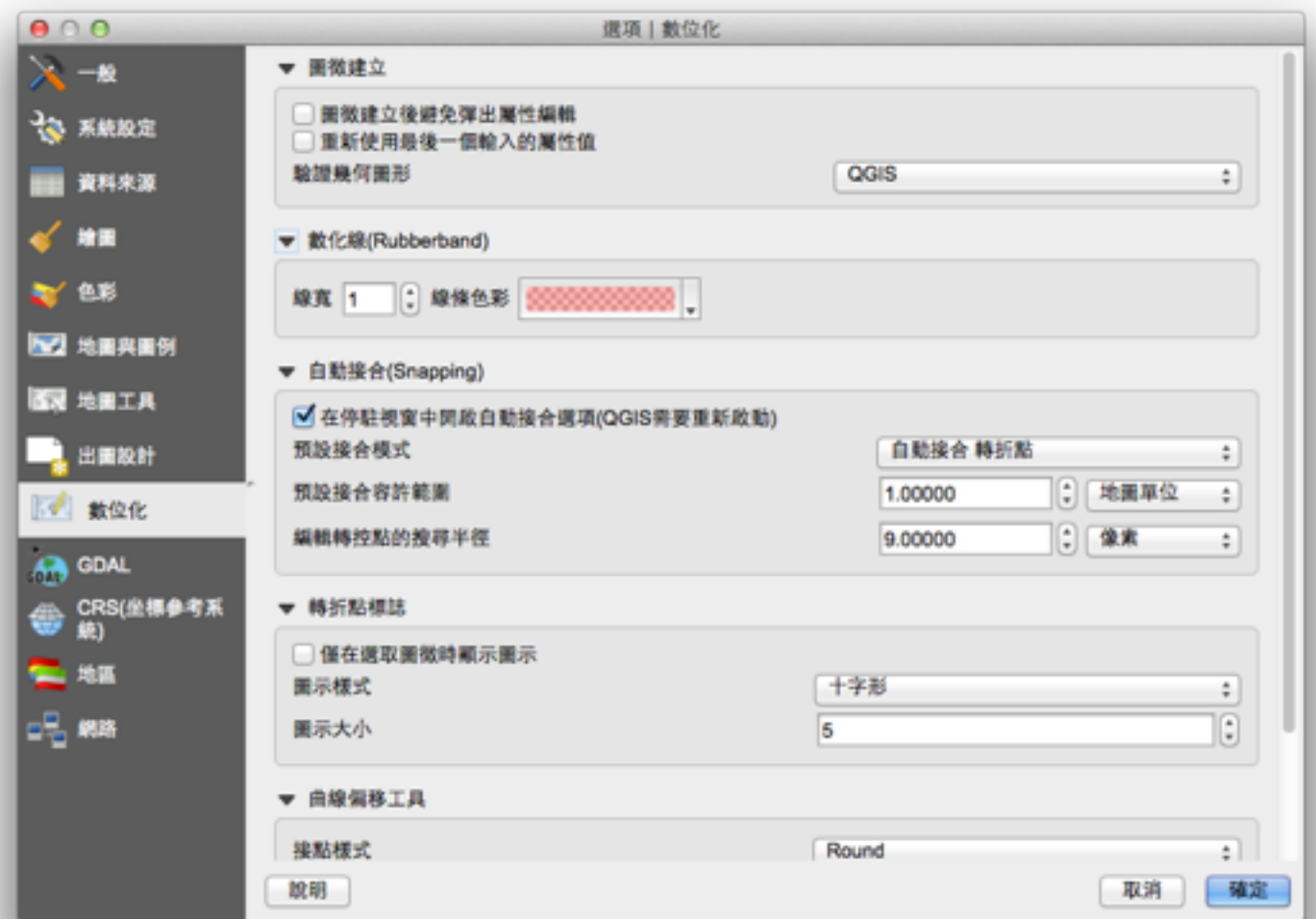
若用 Google Maps 當底圖的話，座標系統要選擇 Google Mercator (EPSG:900913)

確定之後，再次確認 QGIS 右下角的即使座標轉換是否正確



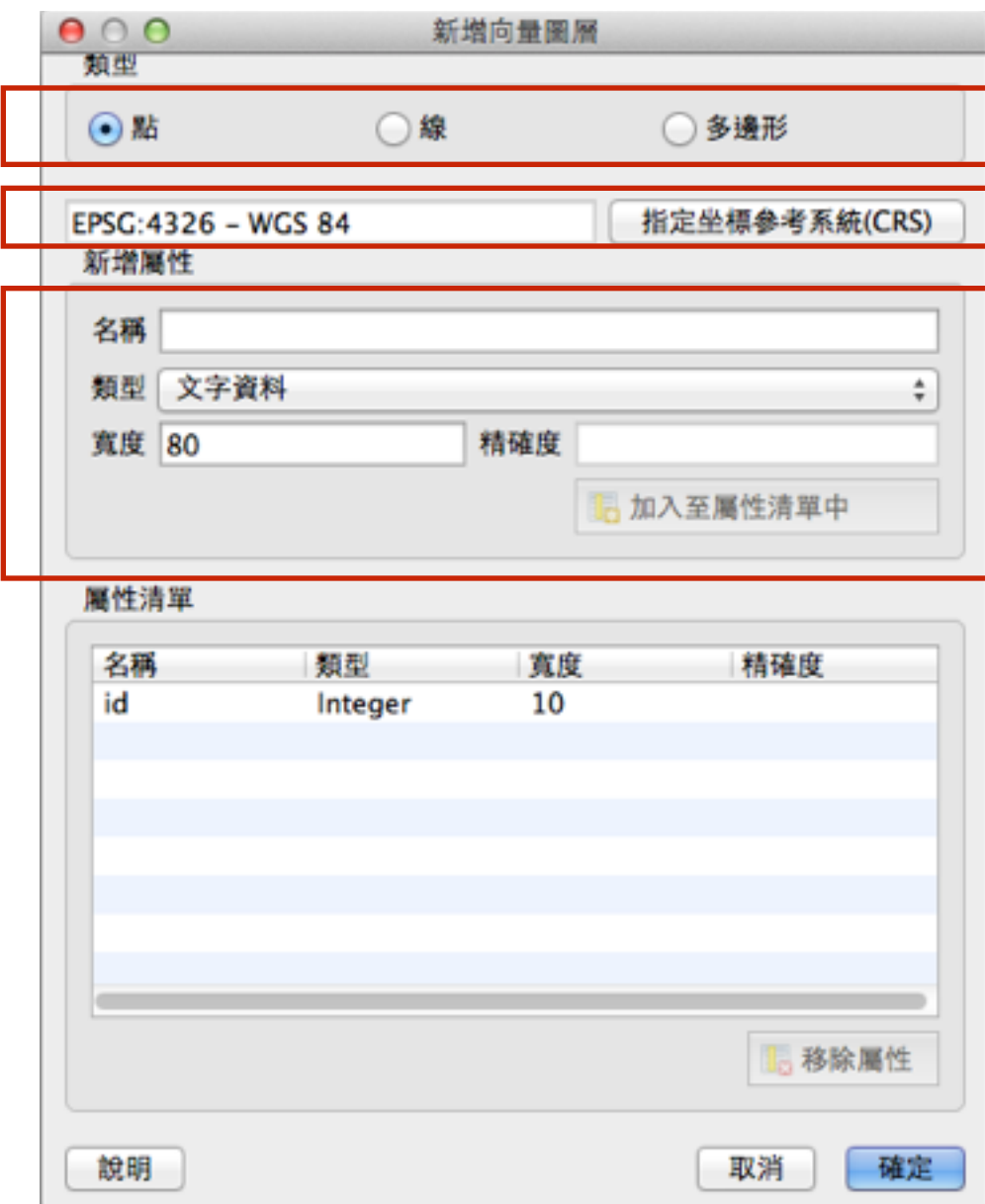
0.3 設定數位化線顏色樣式

- 讓數位化線與掃描底圖更為容易區別，可在「偏好設定」>「數位化」中，設定數位化線顏色，最好選取半透明顏色，以免和底圖混淆



1. 建立多邊形 Shapefile

選單：圖層 > 新增 > 新增 Shape 檔圖層...



新增向量圖層

類型

☒ 點 ☐ 線 ☐ 多邊形

EPSG:4326 - WGS 84 指定坐標參考系統(CRS)

新增屬性

名稱

類型 文字資料

寬度 80 精確度

加入至屬性清單中

屬性清單

名稱	類型	寬度	精確度
id	Integer	10	

說明 取消 確定

A. 選擇類型 [多邊形]

B. 指定坐標參考系統
[EPSG:3825 / TWD97 TM2 Zone 119]

C. 新增屬性
[名稱：name, 類型：文字資料]

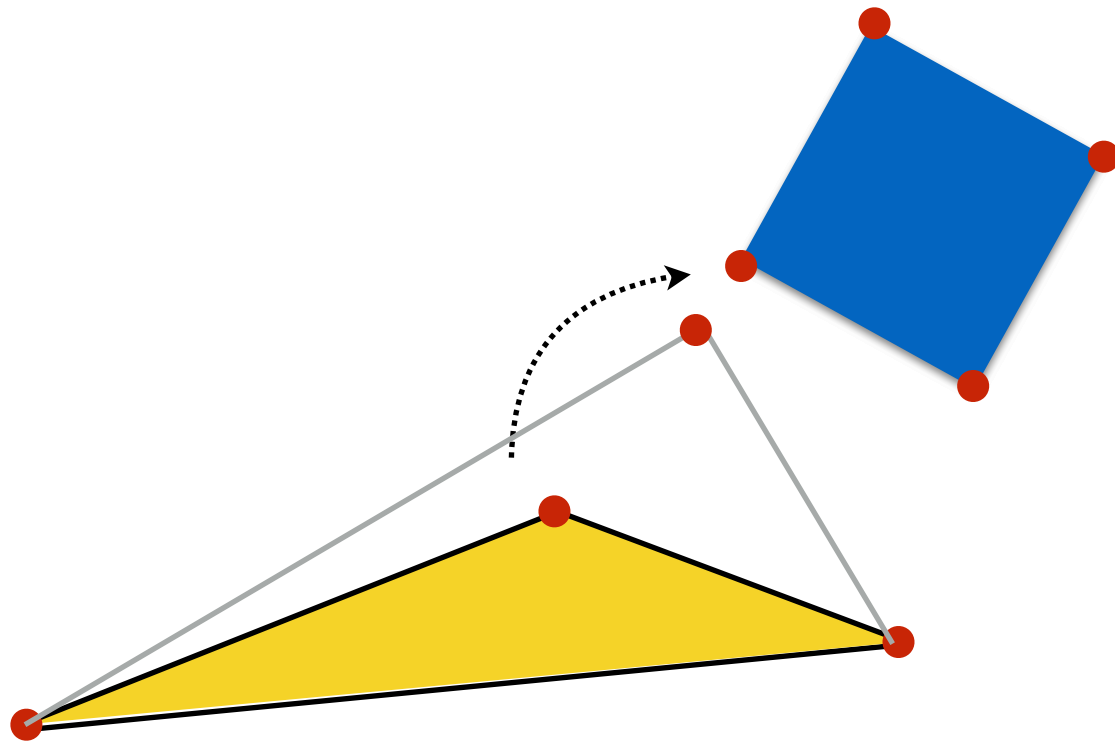
1.1 設定自動接合(snapping)

設定 > 自動接合選項



1.1 設定自動接合(snapping)

設定 > 自動接合選項



設定有轉折點(vertex)自動接合時，會在容許範圍內，自動被附近的轉折點吸合（像磁鐵一般）

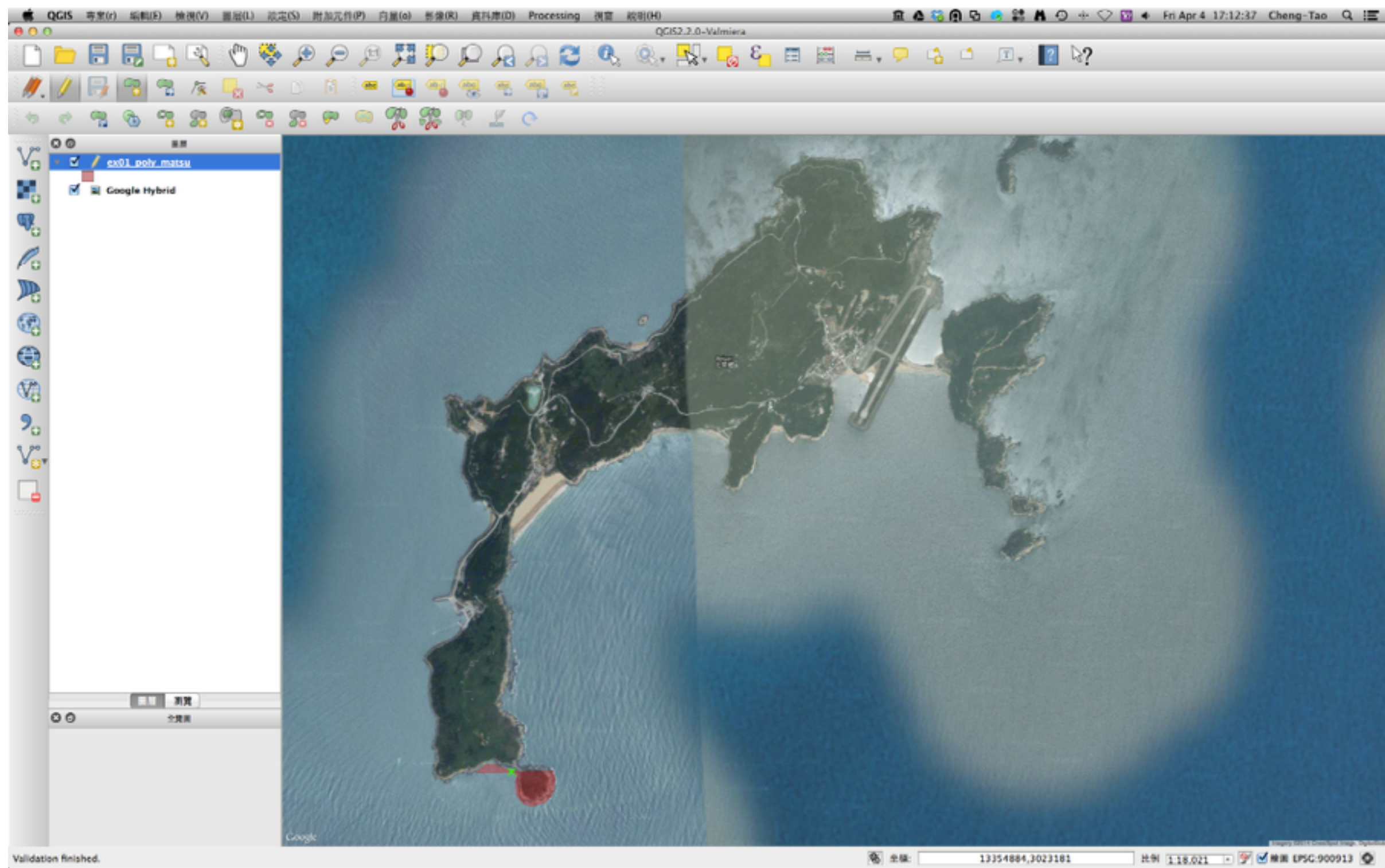
2. 開始編輯邊界

2.1 從工具列中  切換編輯狀態

2.2 從工具列中  新增圖徵

2.3 開始編輯（家庭代工！）
按左鍵建立節點，按右鍵完成編輯

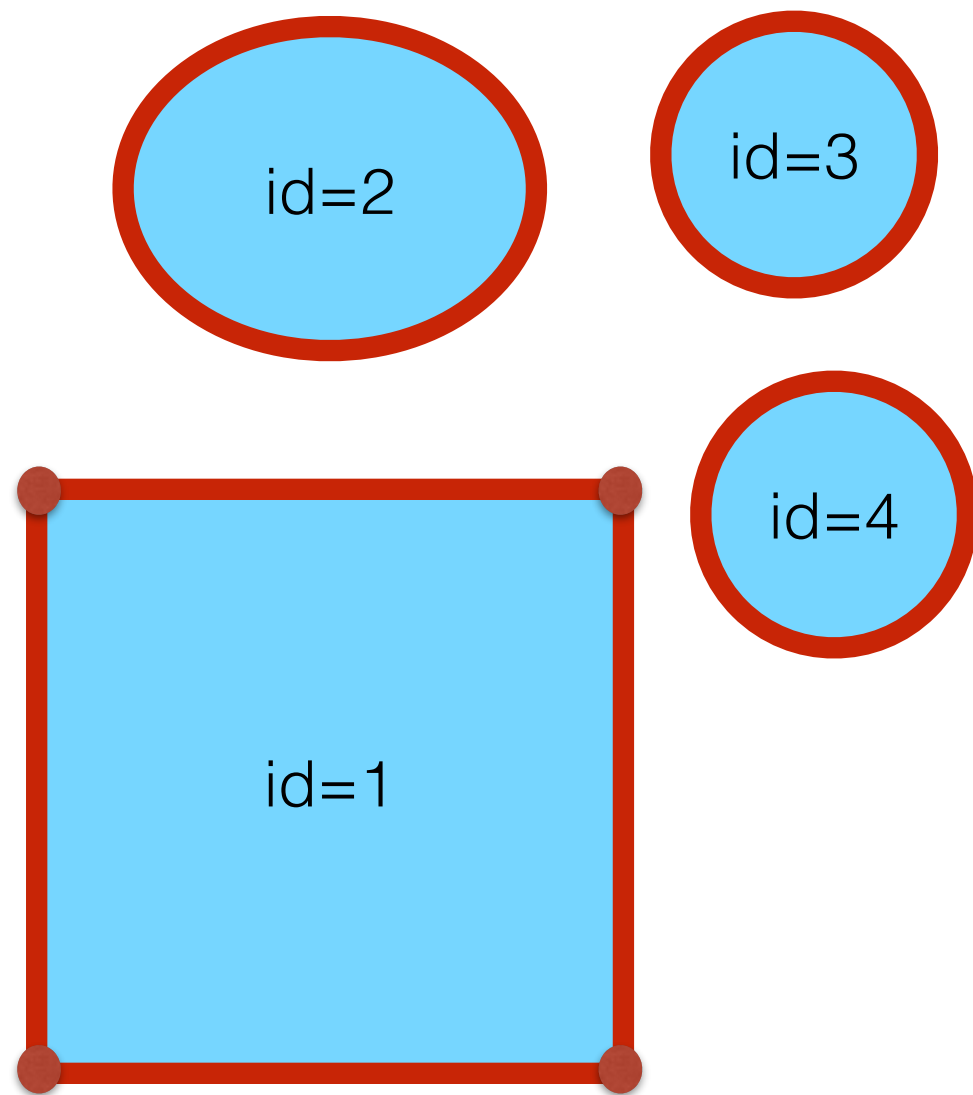
2.4 完成後，輸入屬性（id, 自行建立的屬性等）



3. 建立範圍內的圖徵

1. 單一多邊形，一個部件
2. 單一多邊形，多個部件
3. 單一多邊形，有內部的洞
4. 單一多邊形，內部的洞為另外一個多邊形所填滿

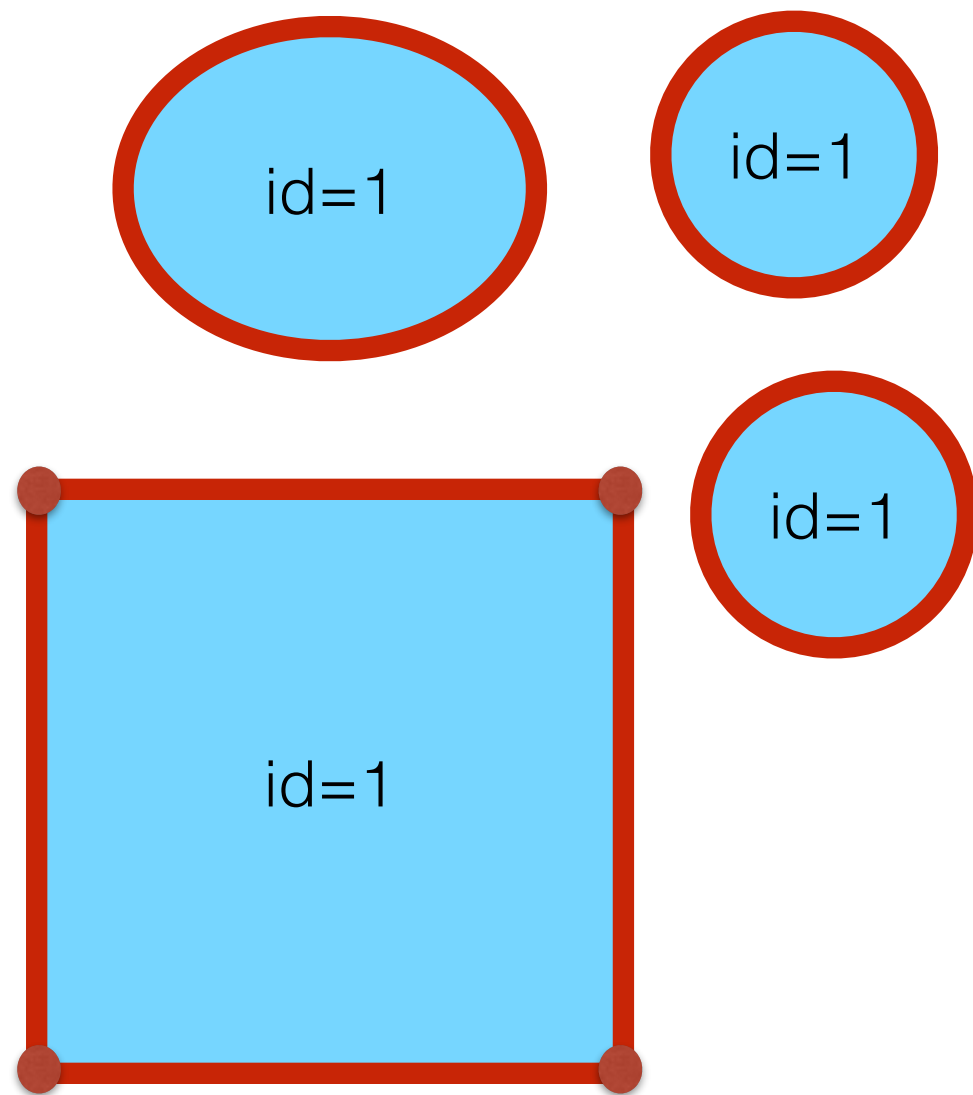
3.1 單一多邊形，一個部件



Attribute table 屬性表

id	name	attr1	attr2
1	square	a11	a21
2	n1	a12	a22
3	n2	a13	a23
4	n3	a14	a24

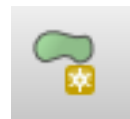
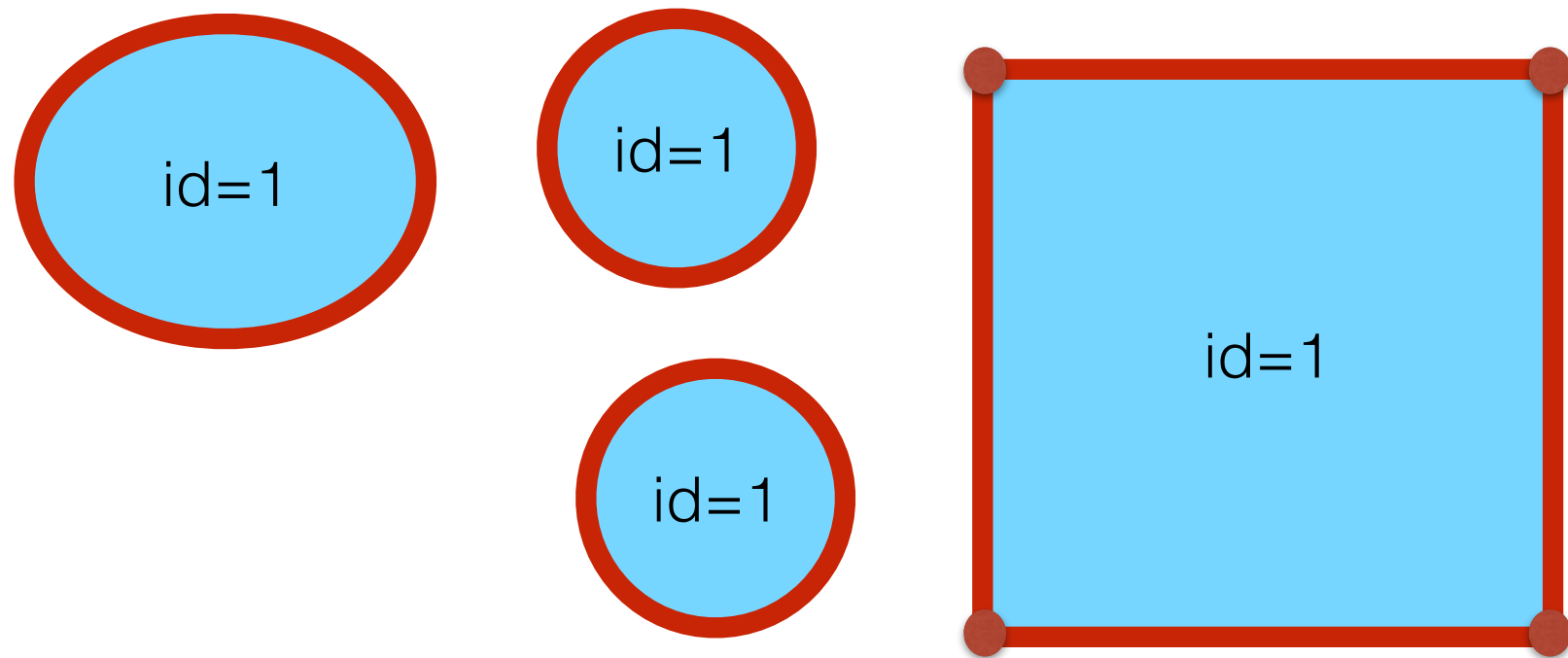
3.2 單一多邊形，多個部件



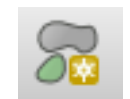
Attribute table 屬性表

id	name	attr1	attr2
1	square	a11	a21

3.2單一多邊形，多個部件

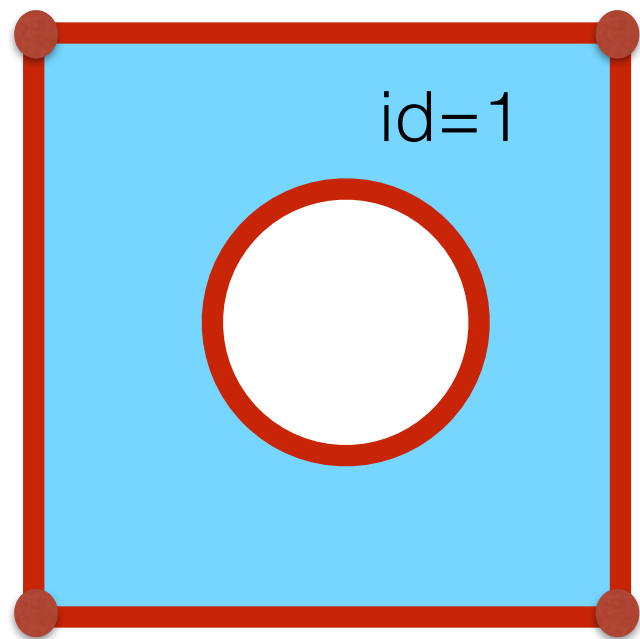


1. 從工具列中新增圖徵，先繪製一個多邊形



2. 進階數位化工具>加入部件(**part**)

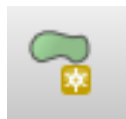
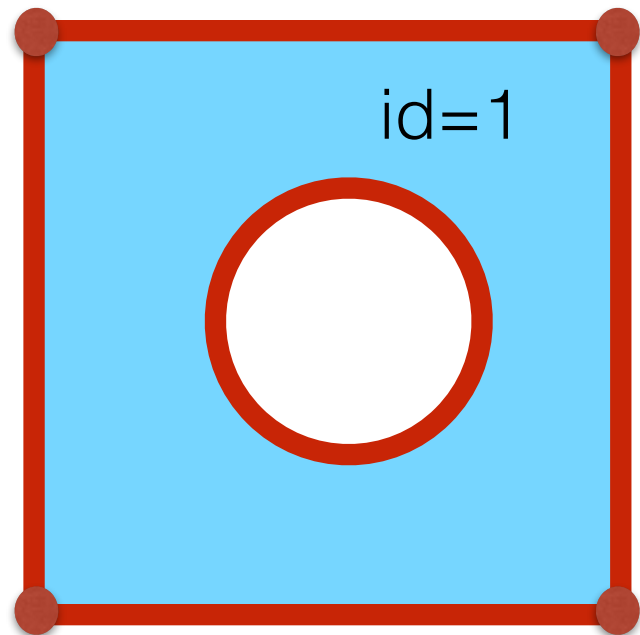
3.3單一多邊形，內部有洞



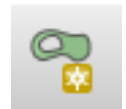
Attribute table 屬性表

id	name	attr1	attr2
1	square	a11	a21

3.3 單一多邊形，內部有洞

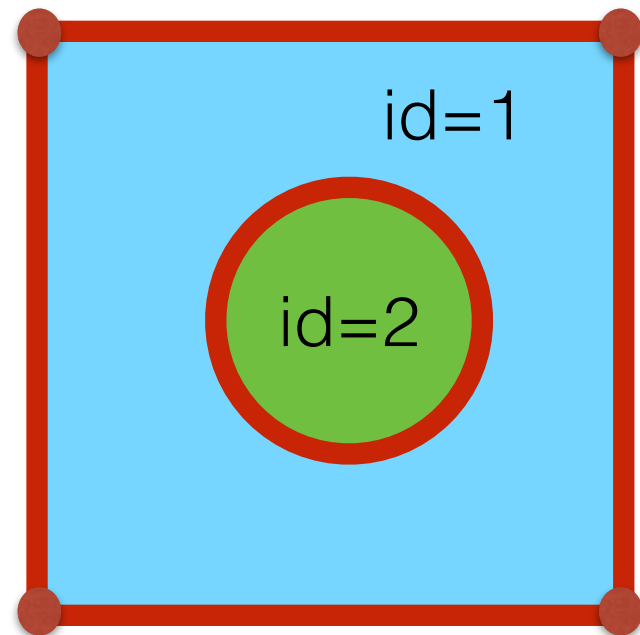


1. 從工具列中新增圖徵，先繪製外部的多邊形



2. 進階數位化工具>加入環形，繪製內環

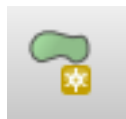
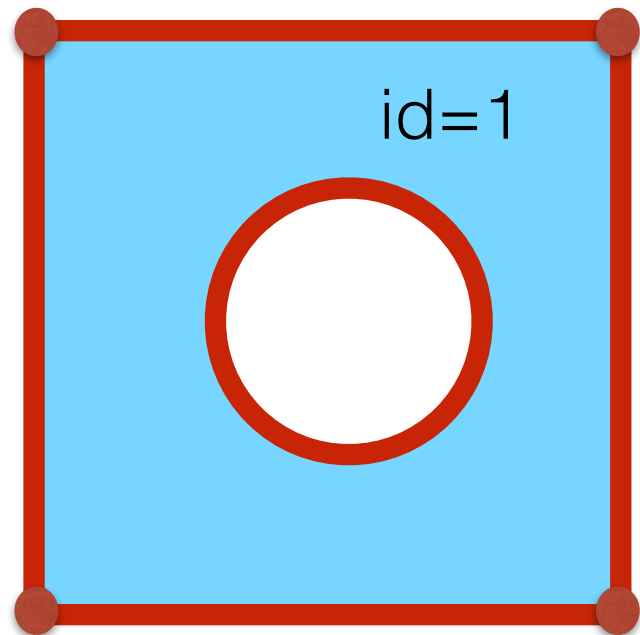
3.4單一多邊形，洞被填滿



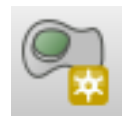
Attribute table 屬性表

id	name	attr1	attr2
1	square	a11	a21
2	circle	a12	a22

3.4單一多邊形，洞被填滿



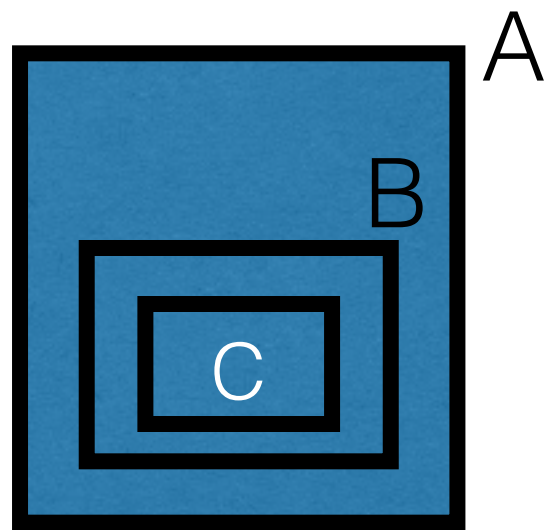
1. 從工具列中新增圖徵，先繪製外部的多邊形



2. 進階數位化工具>**Fill ring**，繪製內環

4. 編輯時的原則

1. 從大而小、由外而內

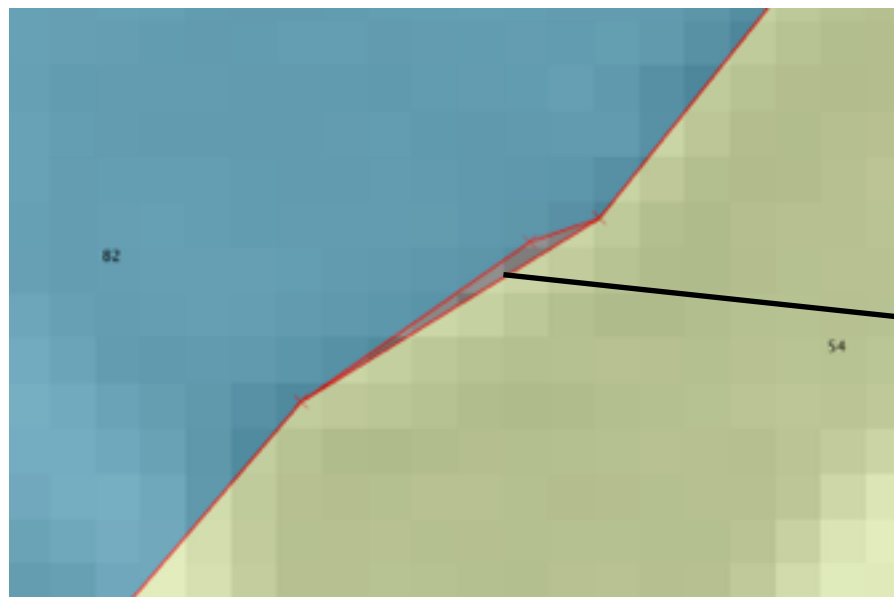


A —> B —> C

2. 接合處的節點和線段要小心不要重疊，記得打開 snapping 選項（選單：設定 > 自動接合選項）

4. 編輯時的原則 (續)

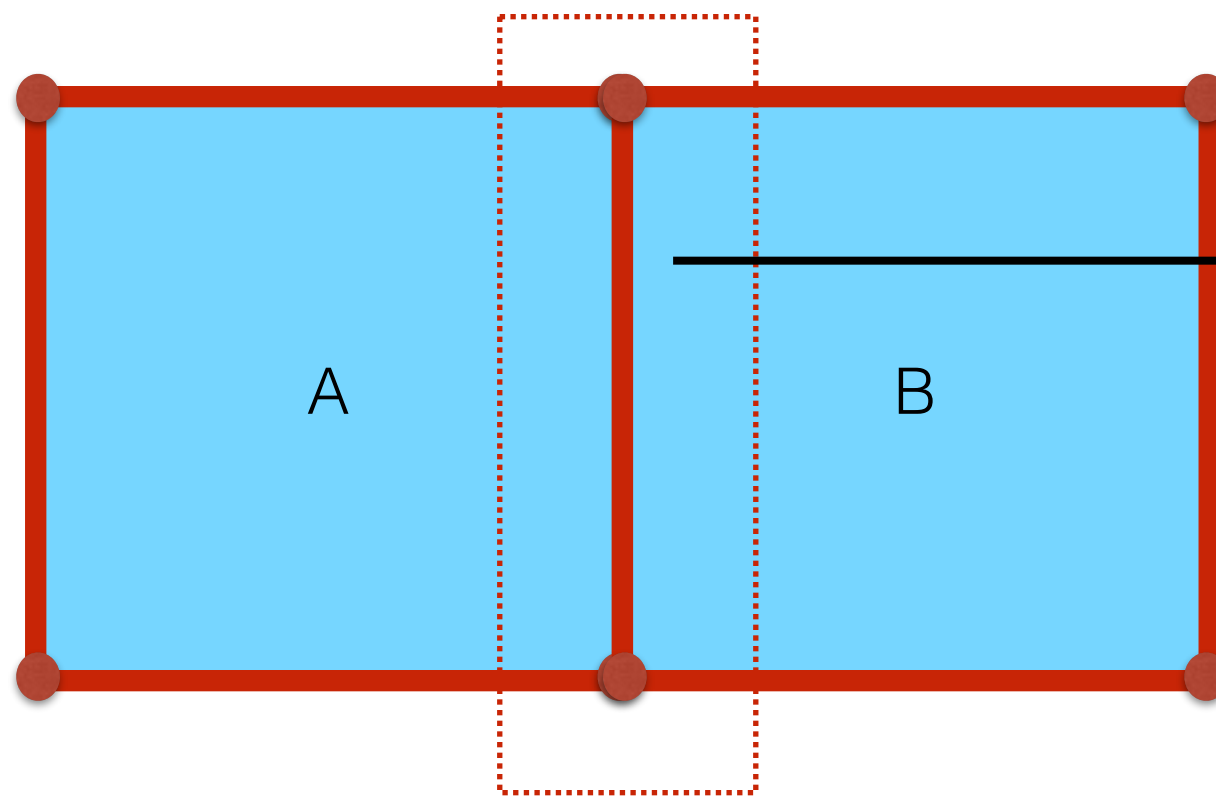
3. 若數化具有相連界線的圖徵，建議可先將全圖分割成數個大區塊，再使用切割工具，避免接合問題



兩塊相鄰間有洞(gap)

4. 編輯時的原則 (續)

3. 若數化具有相連界線的圖徵，建議可先將全圖分割成數個大區塊，再使用切割工具，避免接合問題

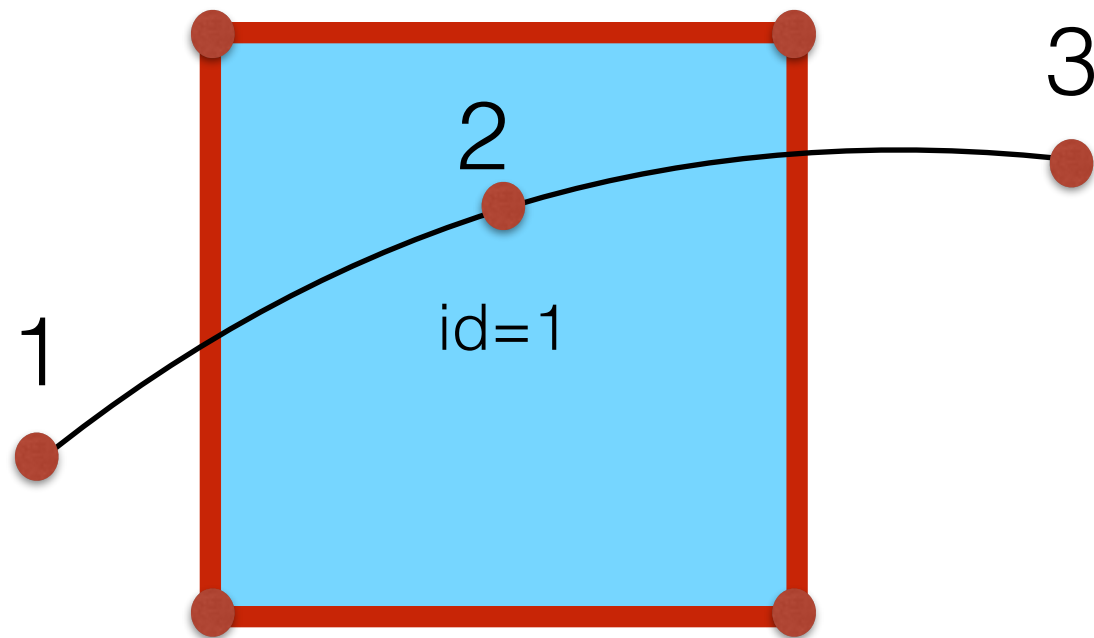


容易產生洞(gap)及
重疊(overlap)之處

5. 其他進階編輯



分割多邊形：進階數位化工具> 分割圖徵

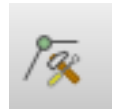


分割時，要超過分割邊界些許
滑鼠左鍵設定分割線段，
右鍵則完成此次分割的程序

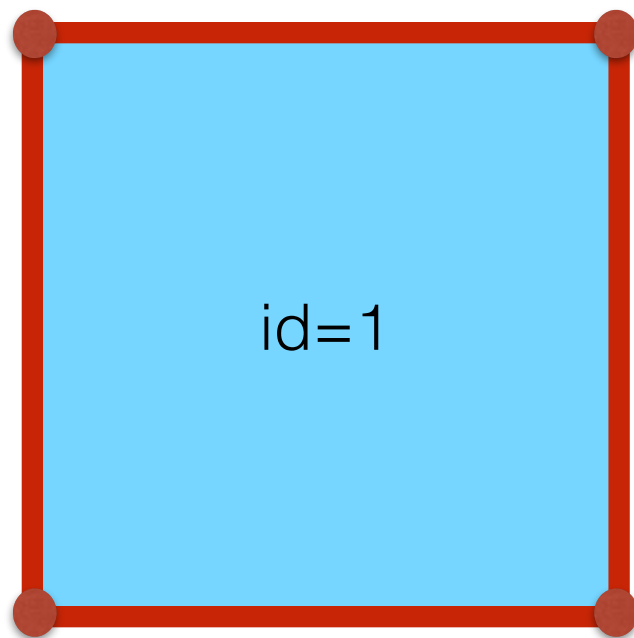


*若用選取工具選取單一多邊形，則只會分割選取的多邊形；
若無選取的話，則會分割多個多邊形

5. 其他進階編輯



數位化工具 > 節點工具



節點工具可修改、新增、刪除節點
按右鍵兩下選取要修改的多邊形：

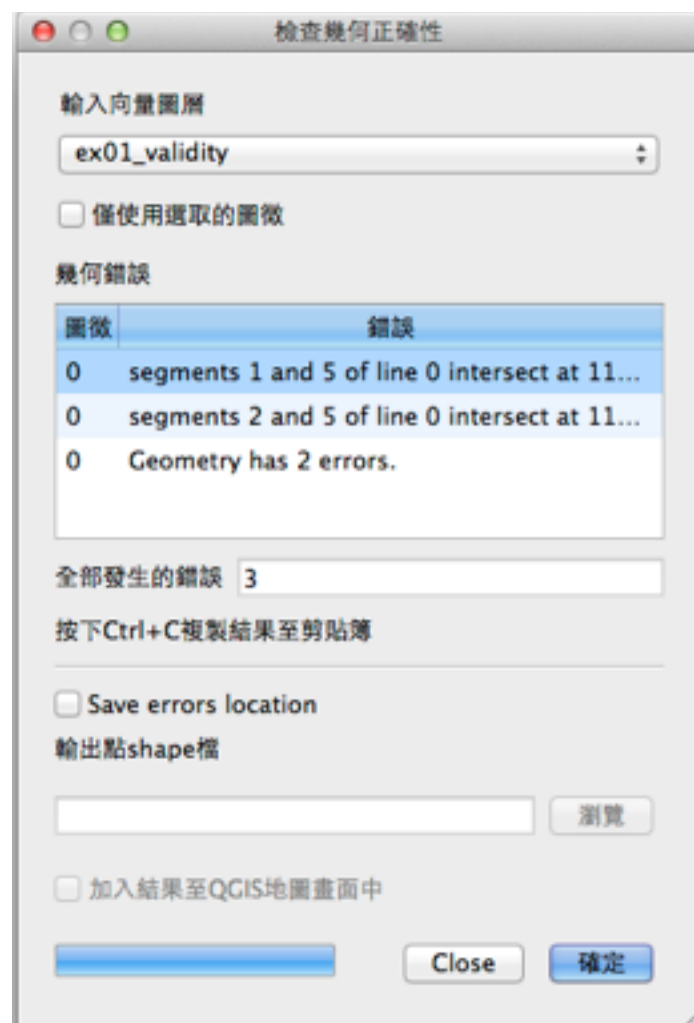
- 修改：選擇要修改的節點，直接更改
- 新增：在要新增的線段部分，
按兩下右鍵即可新增
- 刪除：選擇要刪除的節點，按 delete

新增編輯多邊形時，其 幾何拓撲有效性

- 正常的節點在編輯模式下，是顯示紅色十字，若出現綠色十字，表示其正確性有誤（新增多邊形中，若有出現表示其出現錯誤，大部分是自我交會）

使用檢查幾何正確性工具驗證幾何拓撲有效性

向量>幾何工具>檢查幾何正確性



常見的錯誤：

1. 重複點
2. 自我交會

但僅能檢查幾何正確性，
缺少方便的修正工具

拓撲檢查外掛

- 可找出錯誤之拓撲
- 可針對不同拓撲幾何錯誤原則搜尋
- 簡易的修正工具介面



拓樸檢查 (1) 安裝

- QGIS 已預載
- 在工具列上按右鍵，可提示啟用的工具箱/外掛，勾選「拓樸檢查」
- 按工具列上之下列 icon 啟用



拓樸檢查(2) 設定

- 拓樸檢查可針對下列屬性搜尋錯誤的拓樸
 - 重複(duplicates)圖徵
 - 洞(gaps)
 - 無效幾何
 - 多部件的幾何(multi-part geometries)
 - 重疊(overlap)
 - 和其他圖層重疊

拓樸檢查(3) 規則設定

- 以圖徵之間的洞(gap)為例
- 先設定目標圖層
- 設定拓樸檢查規則
- 規則細部設定（容許範圍、與其他圖層相交等）

設定目標圖層

規則

Current Rules

soilmap1991_d must contain No layer

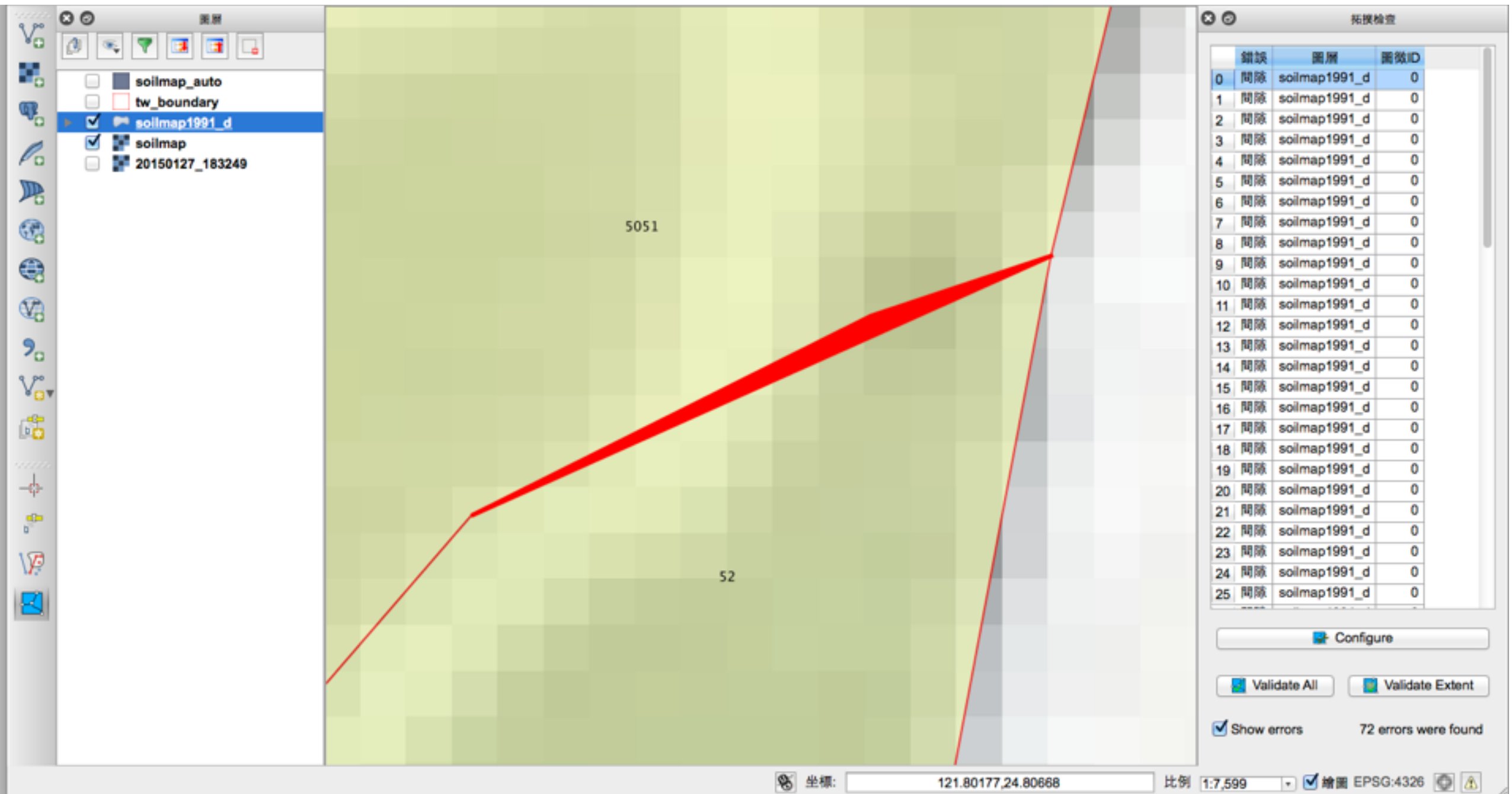
Delete Rule Add Rule

	規則	Layer #1	Layer #2	容許範圍
1	must not have gaps	soilmap1991_d	No layer	No tolerance

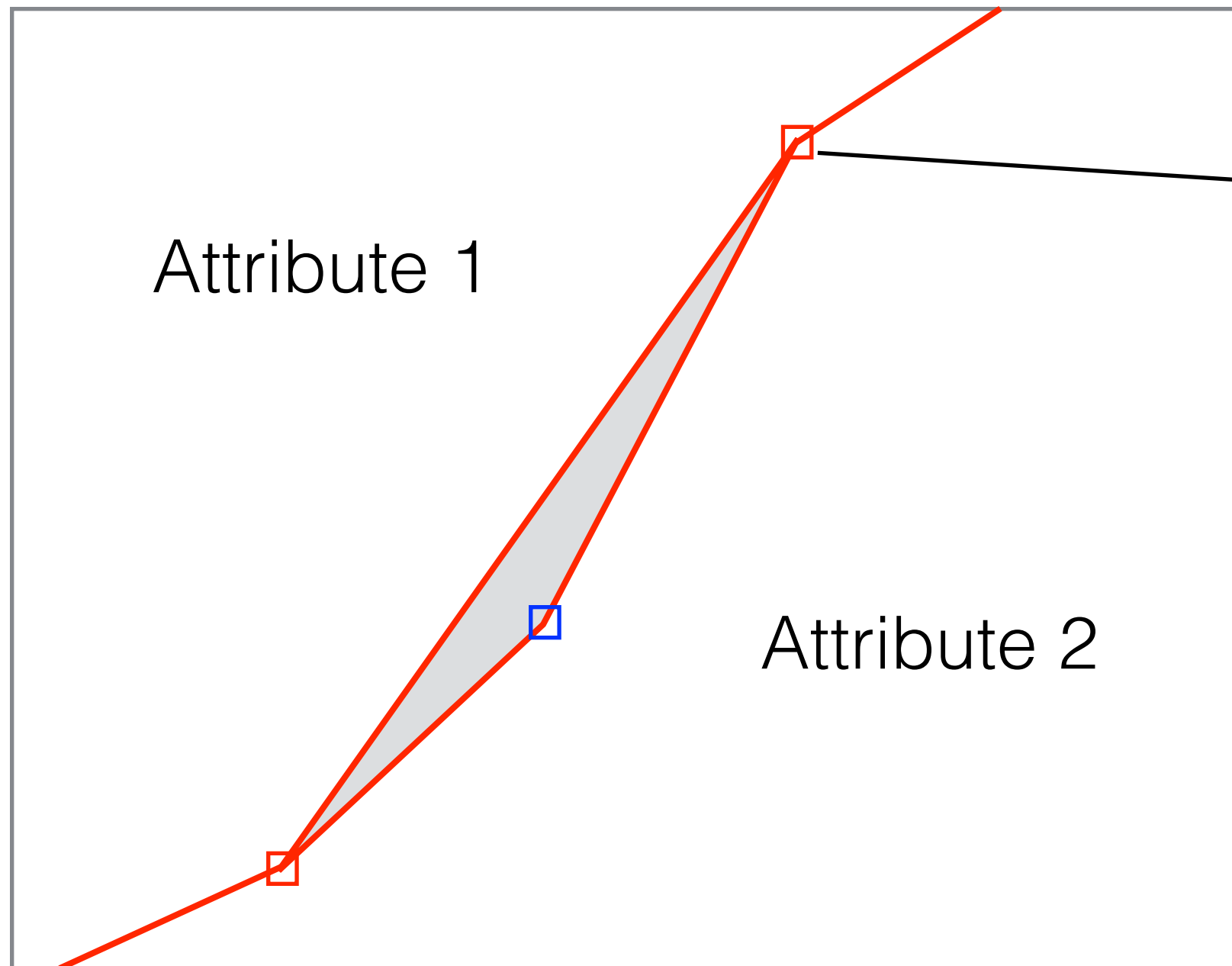
說明 取消 確定

規則細部設定

拓樸檢查(4) 修正



拓樸檢查(4) 修正



點選圖徵(靠線段處點選)時轉折點(vertex)會出現紅色方塊，選取單一轉折點則會出現藍色，

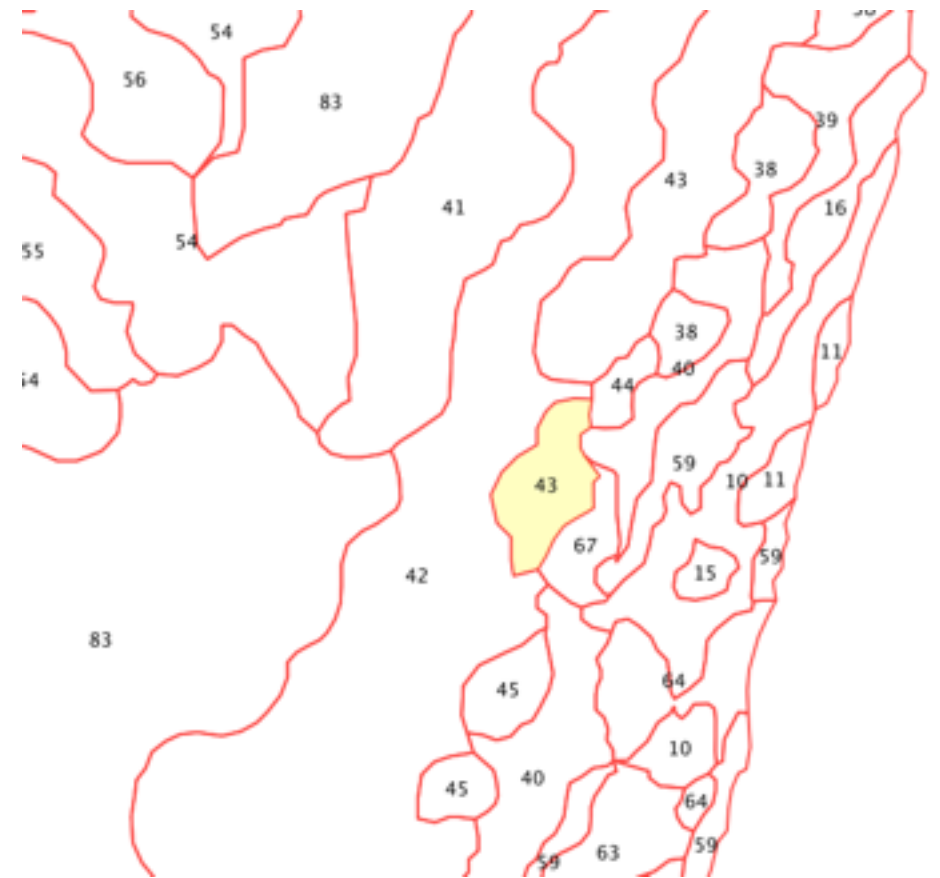
左例若要修正 gap，可點選 attribute 2 圖徵，將中間轉折點(藍色方塊)處選取並刪除

拓樸檢查(4) 修正

- 其餘檢查細項：不可重疊、無效幾何、去除重複
- 但怎麼檢查都看不出來重疊或拓樸之間的錯誤怎麼辦？

檢查不出拓樸錯誤之處

- 右例，屬性 43 的圖徵用眼睛觀察無法找出重疊、有洞或是幾何有問題的點怎麼辦？
- 砍掉重練！重畫該圖徵，但是太苦了！！



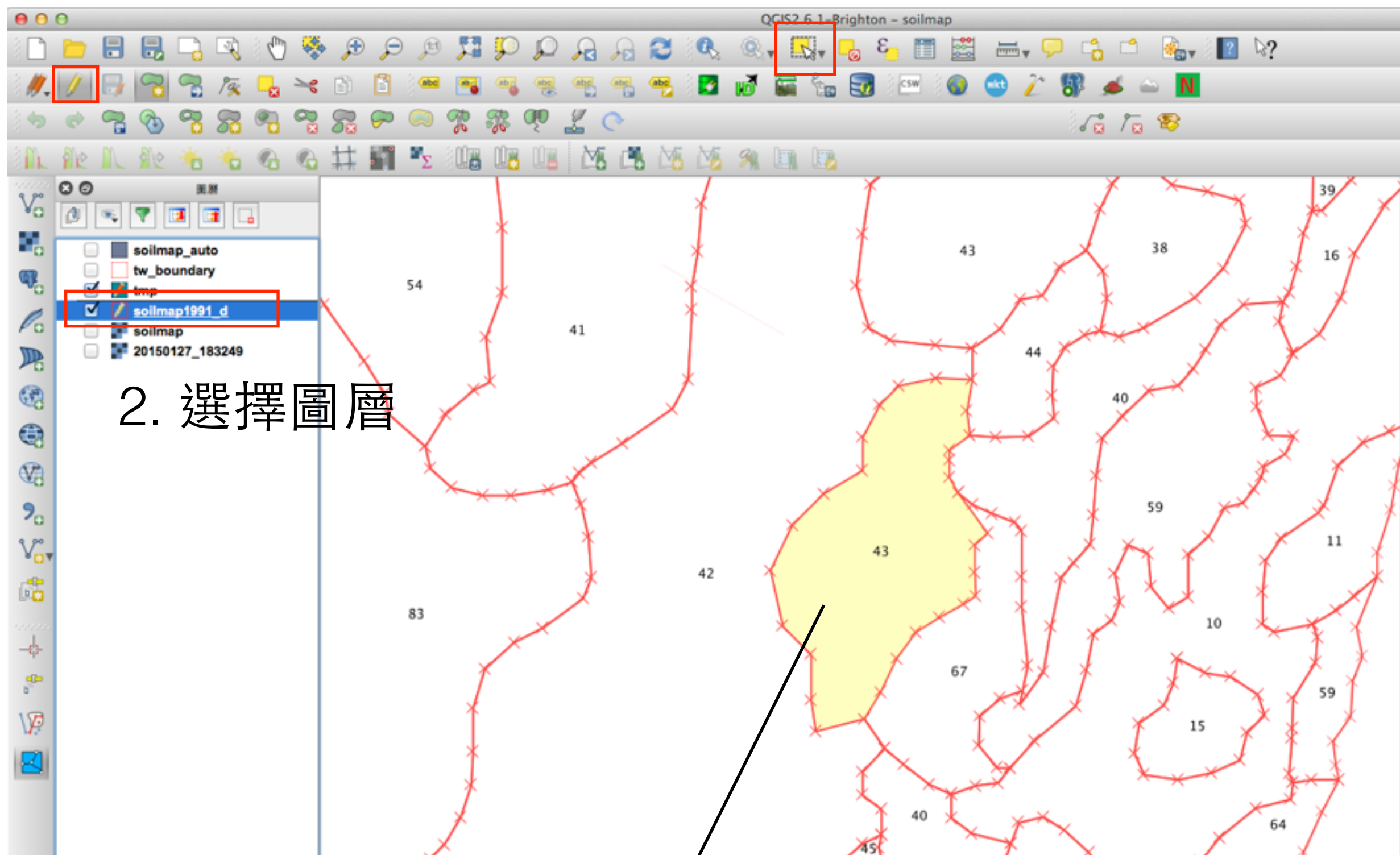
檢查不出拓樸錯誤之處

假設數化檔案為 A

1. 可先建立一個新的 polygon圖層，命名為 tmp (簡稱為 B)
 - 選單：圖層 > 建立圖層 > 新增 Shape 檔圖層
2. 在圖層瀏覽器中選擇 A 圖層，將有問題的圖徵選取並刪除

3. 開啟編輯模式

1. 選取工具

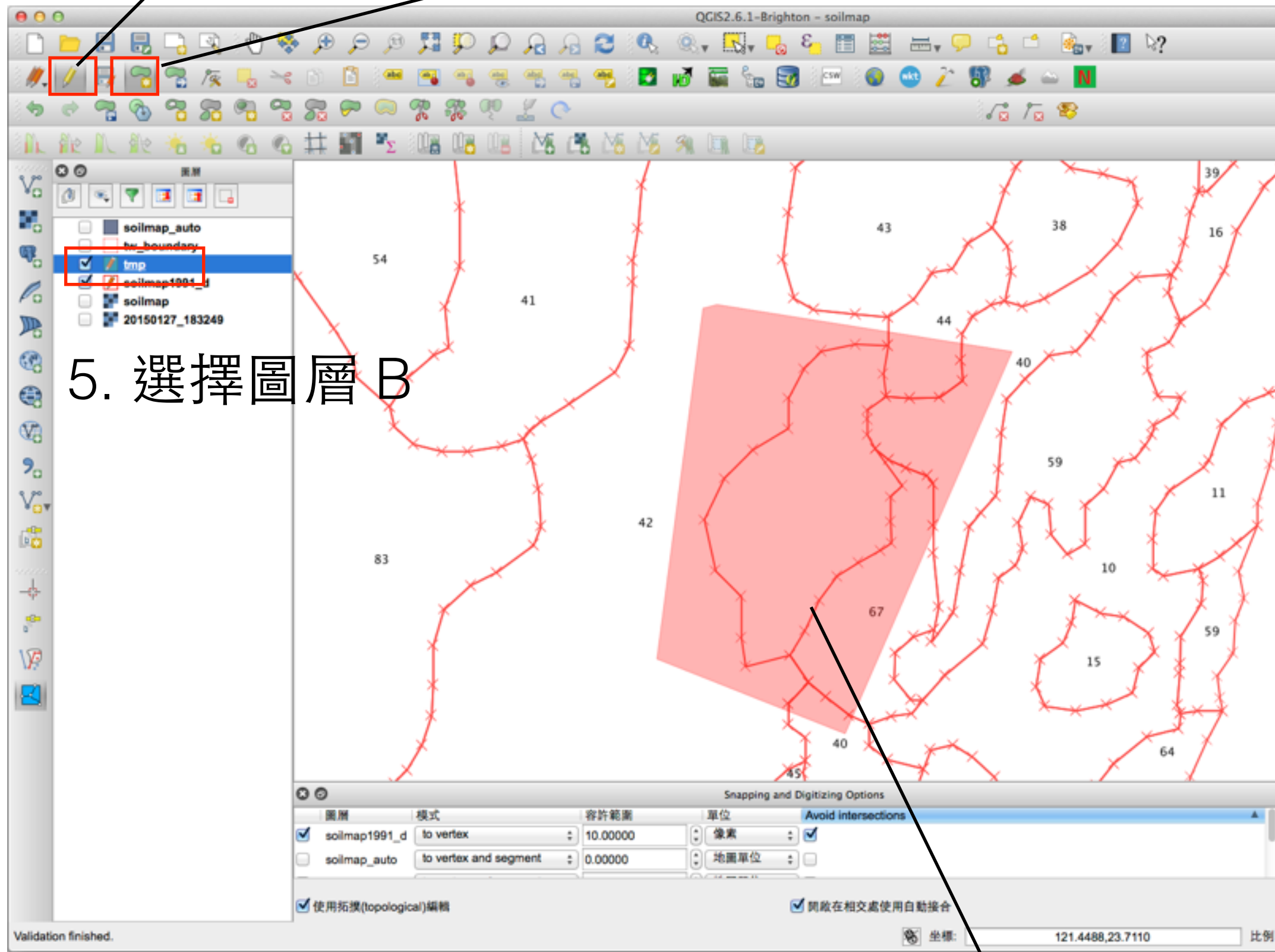


2. 選擇圖層

4. 滑鼠點選並刪除此圖徵

6. 開啟編輯模式

7. 新增圖徵

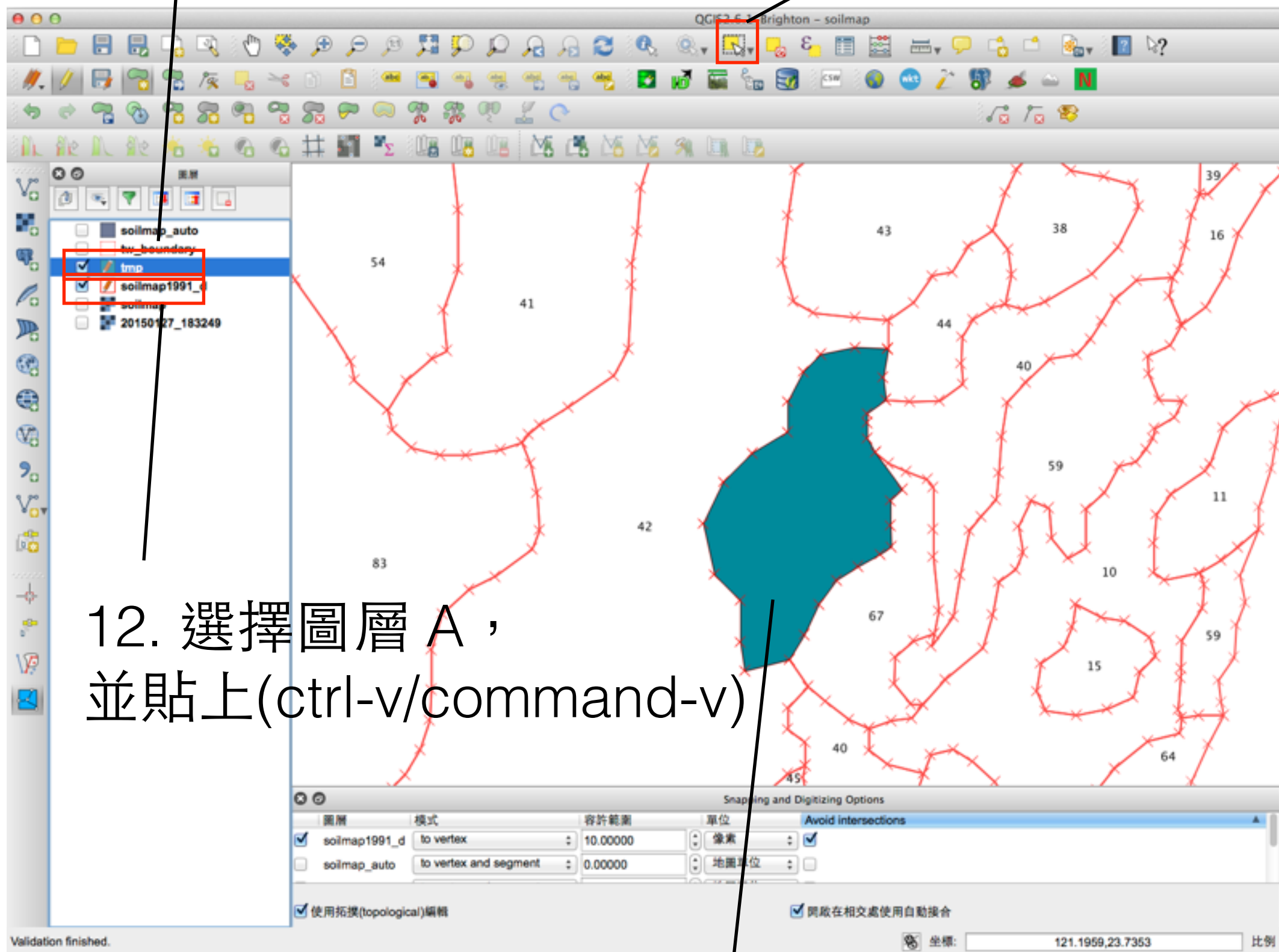


5. 選擇圖層 B

8. 描出能包住此圖徵之多邊形

9. 選擇圖層 B

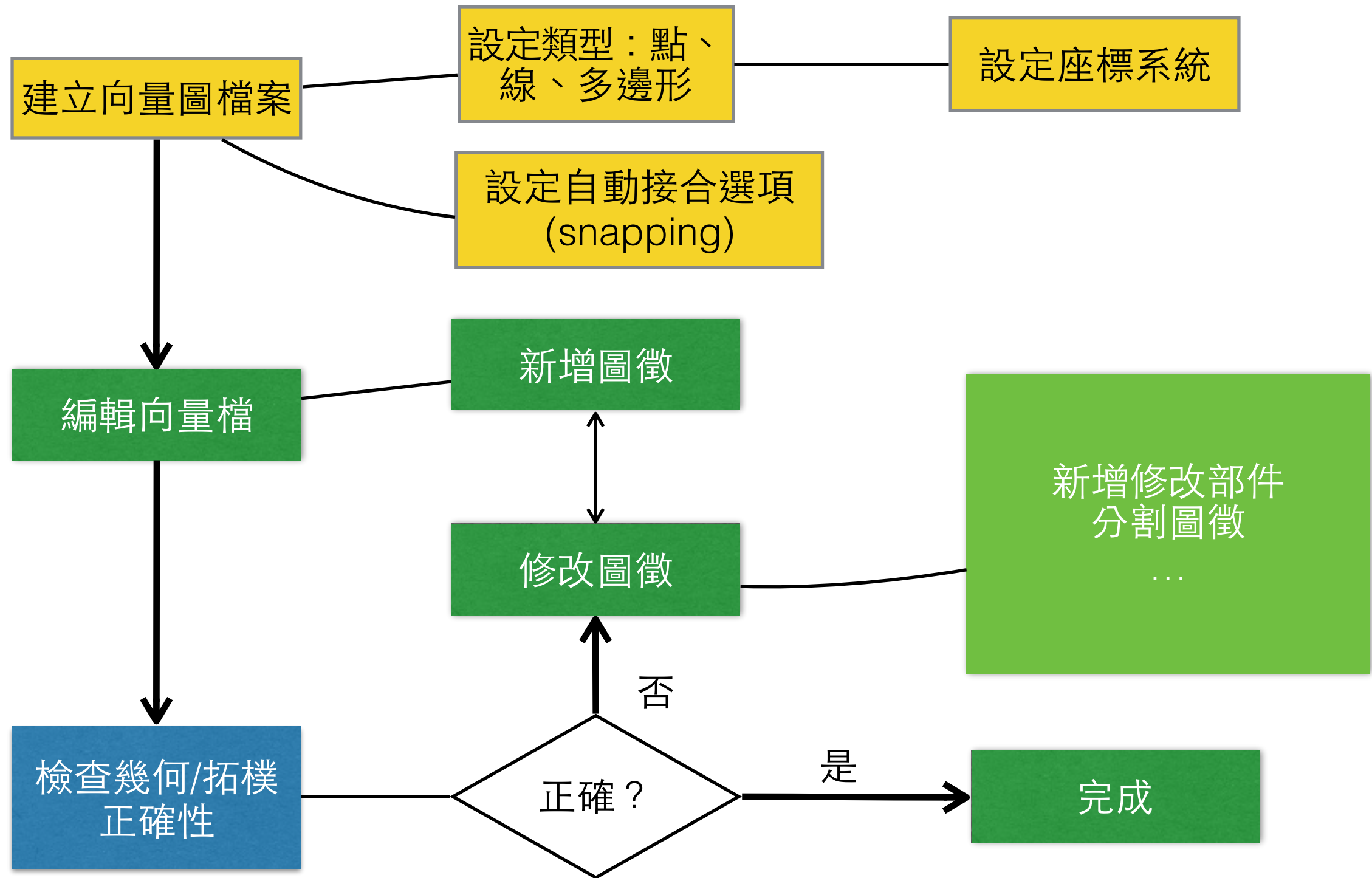
10. 選擇選取工具



12. 選擇圖層 A，
並貼上(ctrl-v/command-v)

11. 選擇圖徵，並複製(ctrl-c/ command-c)

流程



作業一

請找出臺大校園航照圖或衛星影像圖，並數化校總區內所有建物，及標註其屬性（例：總圖書館、行政大樓等）

作業二

今年(2014/03/30)春天的太陽花學運抗議與中國的服務貿易協定，主辦單位聲稱當日有 50 萬人參與，而警政署則宣稱只有 11 萬人，請用 QGIS 估算到底有多少人？

提示：先設定遊行的路段，利用 OpenStreetMap 或 Google Map 將遊行的區域數化，接下來再計算面積與抗議人數密度。

參考文獻及延伸閱讀

1. 新增向量圖徵 (http://www.qgis.org/en/docs/training_manual/create_vector_data/create_new_vector.html)
2. http://www.qgis.org/en/docs/gentle_gis_introduction/topology.html