

題目：碎形理論應用於土地利用變遷之研究—以高雄市為例
組員：謝秉憲、林柏言、洪子翔、許宸豪、張育齊
指導教授：謝順傑博士



研究動機

近年來，隨著電腦科技的進步和碎形理論的興起，以及多種GIS軟體的發展，各種複雜計算的方法得以運用，而碎形理論的研究更是對於空間分佈型態有深厚的幫助，其中盒計數法雖然對於形狀的敏感度較其他方法差，但是卻比其他方法更可以表現出空間分佈的特性，故本研究想利用此一方法探討楠梓區、小港區及高雄市都市計畫在各種不同土地使用分區的空間分佈型態、在不同時期時空演化下的碎形維數特徵來分析其中是否具有相當的關連，探討在城市進化的過程中碎形維數是否呈現遞增或是有遞減的趨勢，並希望能瞭解高雄市政府理想中之高雄市變化趨勢。

研究內容

本研究之研究範圍為楠梓、小港區實際情況及原高雄市之都市計畫，楠梓區之研究範圍北至典寶溪、南至楠梓陸橋、西至海專路、東至興楠路與三民路交叉口，而小港區之研究範圍北至高松路、南至中鋼路、西至金福路、東至大鵬路。所蒐集的資料包括楠梓、小港實際情況圖、2004年及2010年的高雄市都市計畫土地利用色塊圖、高雄市2004年以及2010年的統計年報。高雄市都市計畫圖、統計年報資料從高雄市政府都市發展局及高雄市主計處網站取得，而楠梓、小港現況圖則從國土測繪中心購得。研究都市土地利用的碎形形態目前有三種方法：一是從都市土地職能與結構的視角，考慮各類用地的不規則性，用幾何測量關係計算維度；二是從都市生長的視角，考慮都市從中心向外圍擴展的趨勢，採用迴轉半徑法計算維度；三是從都市空間結構的視角，考慮都市土地利用的總體格局，採用網格計算維度。本研究將採用第三種方法研究高雄市土地利用形態和結構。網格法的方法如下：在地圖上用一個矩形區域覆蓋一個都市地理對象如都市用地，設矩形的一個邊長為，這時只有一個網格，這個網格被研究對象佔住，即非空網格數目為。將矩形2等分，劃分為4個全等的網格，這時小矩形的邊長為；計算該都市用地的網格數目，記為N(L/2)；進一步將4個小網格的個邊長2等分，將矩形16等分，每個小格的尺度為，被佔住的網格數目記為，以此類推，將矩形不斷細化。如果都市土地利用是分形的，必為負幕函數。照上述原理和方法，借助網格化方法對2004年與2010年高雄市區各類用地進行計算維度。本研究以碎形理論中的盒計數法為主要的研究方法，以碎形維度值來表達土地形態的分佈特性，來探討高雄市的土地利用形態的分布模式，釐清2004年、2010年高雄市都市計畫圖與2007年、2011年楠梓區以及2007年、2012年小港區實際情況圖的變化情形與高雄市土地利用的碎形維數值，將資料彙整至統計列表上，接著分析其中的關聯並瞭解楠梓區、小港區與高雄市都市計畫之土地利用形態的分佈特性，並藉以了解高雄市政府理想之高雄市變化。

資料蒐集：
本研究係使用碎形理論中的盒計數法探討高雄市土地利用的演化形態，故需蒐集高雄市的土地利用分布圖，截至目前所能夠蒐集到的有2004年與2010年的高雄市都市計畫圖之土地利用分布圖、2007年與2011年楠梓現況圖、2007年與2012年小港現況圖。接著利用高雄市政府所提供之高雄市統計年報數據，加以整理、換算單位並統計所擁有的高雄市都市計畫圖、楠梓現況圖與小港現況圖之各類型土地使用分區之面積並以表格的方式呈現。

資料分析：
由於所得到之高雄市都市計畫圖、楠梓及小港現況圖並非為數個圖層而是單一個之GIS圖層，故需將各個土地使用分區另外數化成一個獨立之圖層方能繪製出對應之網格範圍，本研究所使用之GIS系統為Arc GIS中的Arc Map，利用Arc Map中之Editor系統數化所需之土地使用分區並搭配國土測繪中心所提供之色碼表數化，數化完成後使用Arc Toolbox系統繪製所需之網格，並搭配Arc Map內的Select by Location系統算出圖層所佔之網格數。

本研究所使用之盒計數法亦稱為格子法，其前置步驟須將圖形以一定邊長之格子做剪裁，接著計算被覆蓋之方格共有多少格，因研究之對象不是正方形，故並非是一般的平方關係，而是一個分數維，接著便能推導出以下關係式：

$$N(r) = C \times \left(\frac{1}{r}\right)^D$$

其中C：常數，r：格子的邊長，D：碎形維度，N(r)在r邊長的情形下，切割出的格子數。利用不同的邊長做測量，並將等號兩邊取自然對數，可得：

$$\ln N(r_1) = \ln C - D \ln r_1 +$$
$$\ln N(r_2) = \ln C - D \ln r_2 +$$
$$\ln N(r_1) - \ln N(r_2) = D (\ln r_2 - \ln r_1)$$
$$D = \frac{\ln N(r_1) - \ln N(r_2)}{\ln r_2 - \ln r_1}$$

將所有的r與N(r)做回歸，求其斜率的絕對值即為盒計數法所求得之碎形維度值利用Excel之散布圖系統搭配先前所統計出圖層所占之網格數並繪製網格數趨勢圖。

結論：
1.高雄市都市計畫土地使用分區之碎形分布與人口成長並不存在正向關係；楠梓區土地使用分區之碎形分布與楠梓人口成長就研究顯示而言，是存在正向關係；而小港區土地使用分區之碎形分布與小港人口成長就研究結果來看，並不存在直接影響的關係。
2.研究結果可以看出，高雄都市計畫圖的時空演化特徵，可以看出不論是整個市區或是各個土地使用的分區，分形結構都有進化的特徵，然而各個土地使用分區維度的變化則情形不一，住宅區、商業區、工業區、行政區、文教區、綠地區等地個維度從2004到2010年有不同程度的上升，住宅區與綠地區上的幅度偏小，而農業區、保護區的維度則有所下降。
3.由統計數據顯示高雄市在2004年對住宅區與工業區的需求非常大，但2010年住宅區住宅、商業、工業、行政、農業與保護區之土地面積皆減少的現象，而文教、公共與綠地之土地面積增加，這顯示高雄市政府希望能把高雄市打造成綠化都市；2007年、2011年楠梓區之土地使用分區只有行政區土地面積減少，其餘的土地使用分區面積皆呈現增加的情況；從2007年的數據來看小港區應為工業重鎮，依據2012年之數據顯示經過五年的發展，住宅、文教、公共及農業區土地面積減少而其餘土地面積增加，這顯示小港區在2012年發展成為工、商業並重之市鎮。
4.由研究結果發現，高雄市政府的理想高雄市型態為降低住宅、商業、工業、農業、行政與保護用地面積且集中規劃，並擴大文教、公共與綠地等用地面提供給高雄市民一個良好的生活環境；但從現況圖來看，高雄市部分區域的土地使用情形與理想中的高雄市仍有一段距離需要高雄市政府改善。

研究目的

利用碎形理論來做為研究的方向，是因為高雄市土地面積增加，導致土地利用情況不停地變化，而土地面積的大小、變化對高雄市內部特性的解釋不足，但是碎形理論卻能藉由不一樣的演算法，對於形狀的變化或著是空間分佈的特性，生產出高度的敏感性；所以本研究想應用碎形理論中發展出來的結論數據——碎形維度（Fractal dimension）對高雄市土地利用的型態進行分析，以探討高雄市土地利用的碎形維度在時間上的演化以及空間分佈上的改變，由兩個面向的變化情形藉以瞭解高雄市的土地利用之特性與差異。透過本研究希望會達成以下目的：

1. 探討土地利用碎形維度空間分布和人口成長的關係。
2. 計算高雄市各種土地利用之碎形維度，並探討其中之關係。
3. 探討楠梓、小港及原高雄市土地在不同時期實際與計畫使用之需求與特性。
4. 探討高雄市政府期望能見到的高雄市土地利用之樣貌。

成果：
一、原高雄市

	2004 年		2010 年		增加率(百分比)	
類別	面積(km²)	維度	面積(km²)	維度	面積	維度
住宅區	32.732	1.631	31.625	1.634	-3.38	0.18
商業區	10.76	1.447	10.592	1.478	-1.56	2.14
工業區	8.629	1.38	8.494	1.411	-1.56	2.24
行政區	0.024	1.208	0.019	1.383	-20.83	14.49
文教區	0.245	1.128	0.284	1.359	15.92	20.48
公共區	69.285	1.01	83.673	1.262	20.77	24.95
農業區	4.163	1.263	3.001		-27.91	
保護區	13.206	1.239	3.207	0.717	-75.71	-42.13
綠地	6.626	1.394	25.85	1.4	290.12	0.43
全區	143.84	1.765	146.638	1.794	1.95	1.64

二、小港區

	2007 年		2012 年		增加率(百分比)	
類別	面積(km²)	維度	面積(km²)	維度	面積	維度
住宅區	10.991	1.748	10.311	1.741	-6.19	-0.4
商業區	1.674	1.359	2.146	1.416	28.20	4.19
工業區	17.313	1.715	17.714	1.715	2.32	0
行政區	0.16	1.302	0.21	1.309	31.25	0.53
文教區	2.448	1.414	2.161	1.455	-11.72	2.9
公共區	2.793	1.415	0.268	1.02	-90.41	-27.92
農業區	0.534	1.171	0.387	1.104	-27.53	-5.72
綠地	1.584	1.329	1.789	1.35	12.94	1.58

三、楠梓區

	2007 年		2011 年		增加率(百分比)	
類別	面積(km²)	維度	面積(km²)	維度	面積	維度
住宅區	10.526	1.684	12.149	1.663	15.42	-1.25
商業區	1.57	1.386	1.802	1.356	14.78	-2.16
工業區	0.796	1.206	1.667	1.297	109.42	7.55
行政區	0.471	1.44	1.076	1.468	128.45	1.94
文教區	4.195	1.588	4.233	1.564	0.91	-1.511
公共區	4.998	1.511	0.195	0.931	-96.1	-38.39
農業區	1.787	1.329	2.113	1.356	18.24	2.03
綠地	5.021	1.482	6.549	1.528	30.43	3.1

