

研究報告

校園土地利用之地景變遷—以國立中興大學為例

馮豐隆¹ 廖亞禎²

【摘要】 本文研究主旨在於（1）運用地理資訊系統（GIS）建立校園屬性資料，並以此功能輔助後續研究之用；（2）利用地景結構指數探討中興大學校園的變遷過程；（3）以馬可夫鏈機率向量的基本原理與概念，配合地理資訊系統之相關技術，探討校園土地利用型之地景結構與變化，（4）配合以時間歷程為考量的半馬可夫鏈，來推測未來校園土地利用於穩定狀態下所需的分配比例。本研究由地景結構指數於地景變遷結果中，從 1982~1990 年的土地利用型圖得知，校園土地利用因公共工程而有所轉換，這是將破碎的嵌塊體經過規劃，合併並整合；經由馬可夫鏈向量機率的求解後，得到 1995~2001 年之間的穩定矩陣，為校園土地利用之轉置機率矩陣，其結果為土地利用型轉移到綠地、道路、建物、荒地、水體之比例分別為：41.94 %、34.72 %、21.27 %、0.52 %、0.55 %；由半馬可夫鏈的時間過程中，得到校園未來土地利用的發展比例為，綠地：54.83 %；建物：30.85 %；道路：14.06 %；荒地：0.03 %；水體：0.23 %，由此可知，校園在未來土地發展中，綠地佔較大比例，因此，未來校園將可再創造更多的綠地，建物則是以建坪的增加，以減少建地的擴展，藉此提供規劃者規劃校園時的參考依據。

【關鍵字】 馬可夫鏈機率向量、半馬可夫鏈、地景結構指數、地理資訊系統、土地利用規劃

Research paper

Landscape Change of Land-Use in Campus— A Case Study of National Chung Hsing University

Fong-Long Feng¹ Ya-Jean Lou²

【Abstract】 The main purposes of this study are: (1) to apply GIS to establish the geo-database of campus and support other researchers; (2) to study the change process of NCHU using landscape structure indices; (3) to study the landscape structure and change of campus land use by Markov probability vector and GIS; (4) to predict the necessary distribution of campus land use under steady state in the future using the semi-Markov chain with time interval. From this study the campus administrator could have a reference for planning land use of campus in the future. The results of campus landscape structure index from 1982 to 1990 showed that the change of land use was derived from the public constructions. The

1. 國立中興大學森林系教授，通訊作者
Professor, Department of Forestry, NCHU. Corresponding author.
2. 國立中興大學園藝系碩士
Master, Department of Horticulure, NCHU.

land use of campus in 1982 were shown to be organized and merged. By solving Markov chain probability vector, the stable probability vector in 1995 to 2001 is the land use stable probability vector in the campus. The result indicated: the area proportions of different land uses are green land 41.94%, buildings 34.72%, road 21.27%, wasteland 0.52% and water 0.55%. The result showed the land use of campus is almost stable, and the present state of the land use is saturated. From the time process of Semi-Markov chain, the land use proportion of future campus will be: green land 54.83%, buildings 30.85%, road 14.06%, wasteland 0.03% and water 0.23%. By this result, the green land would occupy a larger proportion of the campus area in the future. The planner should take the green land as the main sort of land use in the future.

【Key words】 Markov chain probability vector, Semi-Markov chain, Landscape structure index, GIS, campus land use planning.

一、前言

大學校園實質環境的良窳直接影響到學生的學習與身心的培育，有鑑於過去及當前大學校園規劃的諸多缺失，導致大學校園環境品質的低落，實有必要加以檢討與研究。

以往在校園土地利用規劃的研究領域上，多數以某一時期的土地利用規劃設計來探討，較少以土地利用變遷的觀點來看。而土地利用變遷的趨勢對於規劃者而言，不啻為一重要的考量因素，除了能充分的展現該土地數十年來的發展特性外，尚能提供該地區土地利用計劃，以及未來發展的依據。

在研究地景變遷中，有居多的研究以馬可夫鏈的轉置矩陣作為研究方法，但在馬可夫鏈的基本概念中，其所需要的研究條件較為嚴苛：Usher（1992）說明馬可夫過程預測未來變動並不廣泛，其限制較多；Acevedo *et al.*（1996）亦認為在許多以馬可夫鏈研究變遷中，只有考慮穩定狀況，固定時間的變遷過程，並無法探討隨時間變化的變遷狀況。而在現實的資料蒐集中，資料通常為不同間隔年份的資料，或是資料不足，而無法精確的運用轉置矩陣方法，進而推算出未來地景變動的預測狀況。因此，Howard（1971）則提出隨時間變化之影響，求出土地利用面積的半馬可夫鏈，

來解決時間變動的因素，以使用來說明變遷過程的狀況。本研究希望能由校園土地利用著手，了解校園土地利用的成長過程，在『現況』、『變遷』、『功能』中會將校園帶往何種方向，因此本研究的目的如下：

1. 了解校園在不同時期的土地使用狀況及其配置的變化量，並輔以地景指數說明其地景的變化過程。
2. 運用研究地景的馬可夫鏈，與半馬可夫鏈來探討校園地景的變遷，及探討未來土地利用分配的比例。

二、研究材料與方法

（一）研究材料

國防部空軍照相技術隊提供之中興大學校園西元 1973 年航空照片、及向農林航測所購置之西元 1982、1990、1995 及 2001 年 3 月份拍攝之航片。校園航空影像圖的座標位置為左上角 215500, 2669500；右下角 217500, 2668000 校園航空影像圖及 21 μ 掃描電腦檔，共 23 張，作為數化底圖（如圖 1）。

數化分析工具：ArcInfo 8.1、ArcView 3.2；編修：以立體鏡加強數化；統計分析軟體：Excel for Windows；地景結構指數計算：Fragstats 地景生態模組，以及計算地景轉置矩

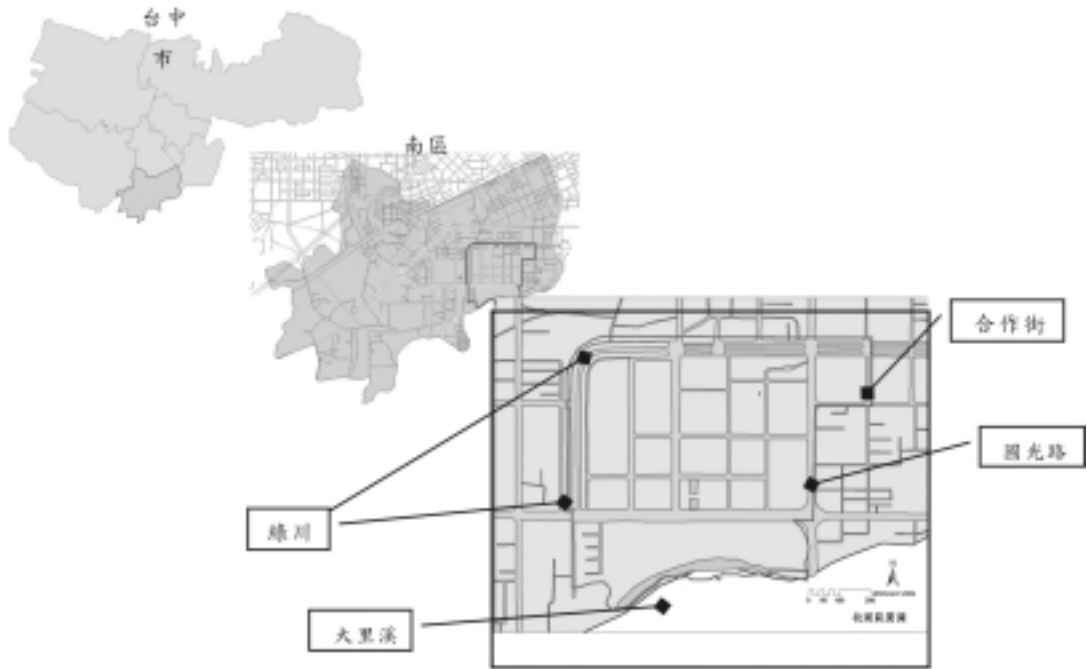


圖 1. 研究範圍—中興大學校園在台中市南區所在位置圖

Fig. 1. Research area of the study in multi-scale scopes.

陣的 Mathematica。

至於土地利用則依中興大學環境規劃報告書分類為綠地、建物、道路、荒地、水體等五類。綠地包括樹、作物、植物、草覆蓋或有農田形狀的範圍；建物包括建築物及水泥等鋪面的場所；道路指水泥、磚石等鋪面而由航照片能放大判釋出路基帶狀者；水體則以航空拍攝當時有水覆蓋之湖、池塘謂之。

(二) 研究方法

1. 研究流程 (如圖 2)

2. 地景結構指數

本研究以面積為主要討論過程，而選定地景結構指數中具有面積因子之參數，如嵌塊體密度 (Patch Density, PD)、嵌塊體個數 (Number of Patch, NP)，作為討論的項目，而與週長部分有關的只選擇碎形維度 (Fractal

Dimension, FRACT) 及地景形狀指數 (Landscape Shape Index, LSI)，其意義及其公式使用均加以整理，並加以討論，其整理如表 1。

3. 馬可夫鏈 (Markov-Chain) 運用理論及操作過程

本研究利用馬可夫鏈之機率向量 (probability vector) 的觀念來求穩定機率，而穩定機率是指土地利用型間相互轉換機率 (即轉置矩陣內的機率) 達到一定的平衡比例，並不是狀態沒有改變。而其具有兩個性質，其性質如下：

(1) $a_i \geq 0, i=1,2,\dots,n$ 式中的 a_i 為 i 種土地利用面積所佔的比例

(2) $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ 式中的 n 為土地利用型種數

本研究再輔以有限馬可夫鏈 (註) 求出

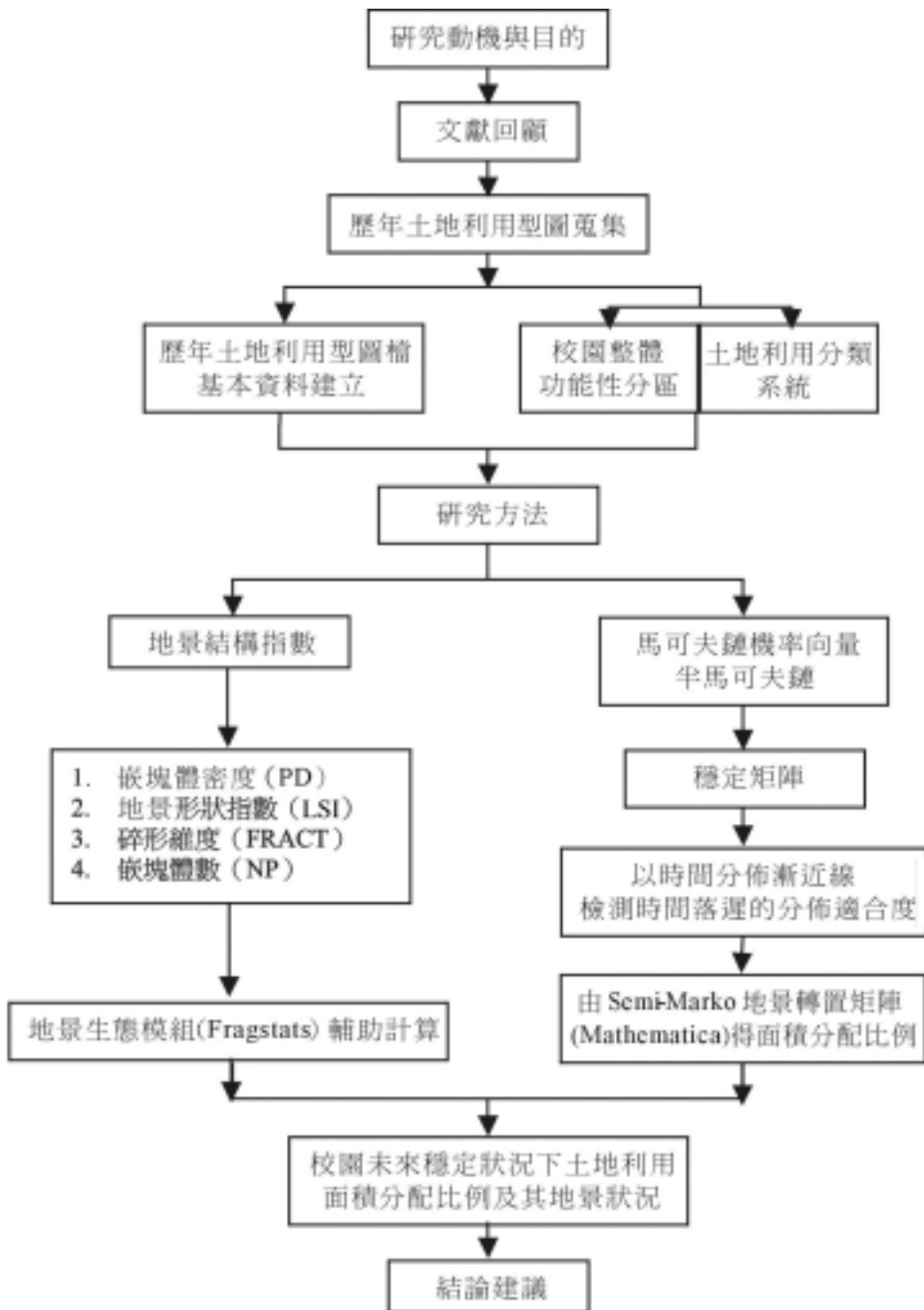


圖 2. 研究流程圖

Fig. 2. The flow chart of this study.

表1. 地景結構指數表

Table. 1. The function and meaning of landscape structure index.

地景結構指數	公式表示	意 義
地景形狀指數 (LSI)	$LSI = \frac{E}{2\sqrt{\pi} \cdot A}$	代表人為活動在景觀形成的干擾程度與自然特性限制人為活動的程度 (林裕彬, 2001)。 範圍: LSI < 1, 無限制。當地景中嵌塊體形狀不規則或偏離正方形時, 或地景邊緣長度增加時, LSI 值增大。
地景中所有嵌塊體邊體的總長度 / 地景總面積的平方根, 再乘以正方形校正常數。可藉由常數來調整為圓形標準或方形標準。		
嵌塊體密度 (PD)	$PD = \frac{n_i}{A} (10,000)$	反應地景空間結構的複雜性, 取決於土地覆蓋類型的多樣性和規模。 單位: 每公頃的嵌塊體數。取值範圍 PD > 0, 無上限。
地景中嵌塊體數目 / 整體面積		
碎形維度 (FRACT)	$FRACT = \frac{2 \ln p_{ij}}{\ln a_{ij}}$	碎形維度為度量嵌塊體的形狀特徵, 其值越趨近於 2, 則表示嵌塊體的形狀越複雜, 在都市發展過程中, 則越破碎, 越都市化。 範圍: 1 < FRACT < 2
FRACT 等於 2 乘以週長之自然對數, 除以面積之自然對數。		
嵌塊體類別數目 (NP)	$NP = n_i$	地景中嵌塊體類別數目, 嵌塊體越多表示地物類型越零散 (林裕彬, 2001)。 範圍: NP > 1, 無限制
當地景僅含有一相應嵌塊類別時, 則 NP=1; 也就是說僅有單一嵌塊類別。 NP 等於所相應嵌塊類別數目		

註: i: 1, ..., m, m 級嵌塊層別; j: 1, ..., n, n 個嵌塊體; a_{ij}: 第 ij 塊嵌塊體面積; p_{ij}: 第 ij 嵌塊體之週長; n_i: 地景中嵌塊體數目; A: 總地景面積(m²); E: 地景中總邊緣長度, 其中包含整個地景邊界及背景邊緣限度, 但不考慮這些線段存在與否

時間趨近無窮大時穩定的解；假設有 n 個情況， S_1, S_2, \dots, S_n ，並設 $a_{k1}, a_{k2}, \dots, a_{kn}$ 分別為第 k 次個別隨機試驗出現情況 S_1, S_2, \dots, S_n 的機率，記 $A_k = [a_{k1}, a_{k2}, \dots, a_{kn}]$ ，則稱 A_k 為第 k 步情況向量（ k -th step state vector）。

本研究將各年份的土地利用型圖，經由 GIS 操作軟體，將各年份間的轉置矩陣算出，加入馬可夫鏈向量機率概念，求出穩定的轉置矩陣，進而帶入半馬可夫鏈的操作過程。

4.半馬可夫鏈（Semi-Markov model）運用理論及操作過程

半馬可夫過程是一個較實用的模型，其考慮每種狀況下達到穩定所需要的時間，稱為維繫的時間密度（holding time density），這是進行動態推估和穩定狀態較好的估計形式，其係指時間分佈的模型，維繫的時間密度（ h_{ij} ）是狀態 j 轉變成狀態 i 所花費的時間，即變遷到穩定時所經過的時間，是用來決定變遷的重要參數。

半馬可夫鏈主要是考慮時間密度，而時間密度（ h_{ij} ）以 gamma 機率密度函數（probability density function, pdf）來表示如公式 (1)

$$h_{ij}(T) = \frac{d_{ij}^{k_{ij}} T^{k_{ij}-1} \exp(-d_{ij} T)}{(k_{ij}-1)!} \dots\dots\dots(1)$$

- (1)式中的 $h_{ij}(T)$ 維繫的時間密度
- d_{ij} 第一階符合 Poisson process
- k_{ij} 是一個整數，是函數的階層
- T 為指數的轉變時間
- ij 表示 i 土地轉換到 j 土地

每一土地利用轉換所花費的平均時間可表示為 M_j

$$M_j = \sum_{i=1}^n p_{ij} m_{ij} \quad j=1, \dots, n, \dots\dots\dots(2)$$

- (2)式中的 m_{ij} ： i 土地轉換到 j 土地所需之平均時間

p_{ij} ： i 土地轉換到 j 之土地土地利用之轉換機率（穩定狀態機率）

平均時間在轉變中是由時間平均總和的權重表示，這是使用穩定狀態的時間權重所計算出來的加權平均值。

$$M = \sum_{j=1}^n X_j^* M_j \dots\dots\dots(3)$$

(3)式中的：權重時間

X_j^* ： j 型土地利用所佔的面積%

M_j ： j 型土地利用轉換所花費的平均時間

半馬可夫過程

$$X_j^{**} = X_j^* M_j M^{-1} \quad j=1, \dots, n, \dots\dots\dots(4)$$

(4)式中的：穩定狀態時土地利用所佔面積比例

X_j^* ：土地利用所佔面積比例

M_j ： j 型土地利用轉換所花費的平均時間

M^{-1} ：1/權重時間

半馬可夫過程，在穩定狀態時每一土地利用在面積中轉移的比例，可由公式(4)來表達，所以最後所推算出的半馬可夫鏈，是由馬可夫鏈中穩定狀態的機率推算而來。

本研究將土地利用型圖所計算出來的穩定矩陣，以 Mathematica 數學軟體求出半馬可夫鏈的面積分配比例，進而討論地景變遷的過程，及探討校園於穩定時，土地利用可能分配的權重。

- 1.每一次個別的隨機試驗的結果必為情況 S_1, S_2, \dots, S_n 中的某一個。
- 2.若某一次個別隨機試驗的結果為情況 S_i 則下一次個別隨機試驗的結果是情況 S_j 的機率 P_{ij} 只與 S_i 及 S_j 有關，並固定不變。稱 P_{ij} 為由情況 S_i 轉為情況 S_j 的轉置機率。

三、結果與討論

(一) 建立中興大學校園歷年土地利用地景資料庫，並進行校園地景變遷分析

將 1973 年、1982 年、1990 年、1995 年、2001 年中興大學台中校區航空照片判



圖 3. 2001 年中興大學台中校區影像及土地利用地景圖

Fig. 3. The image and land-use map of NCHU campus in 2001.

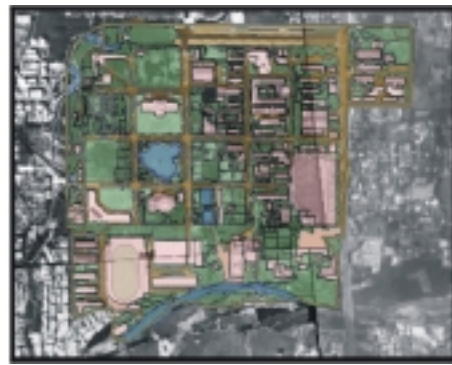


圖 6. 1982 年中興大學台中校區影像及土地利用地景圖

Fig. 6. The image and land-use map of NCHU campus in 1982.

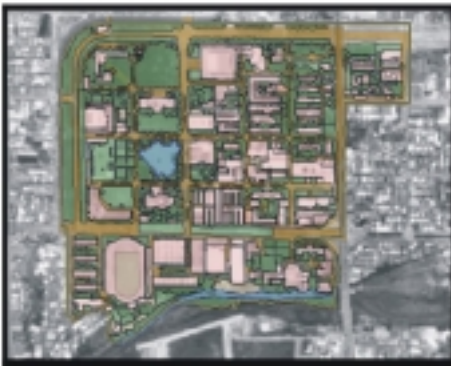


圖 4. 1995 年中興大學台中校區影像及土地利用地景圖

Fig. 4. The image and land-use map of NCHU campus in 1995.



圖 7. 1973 年中興大學台中校區影像及土地利用地景圖

Fig. 7. The image and land-use map of NCHU campus in 1973.

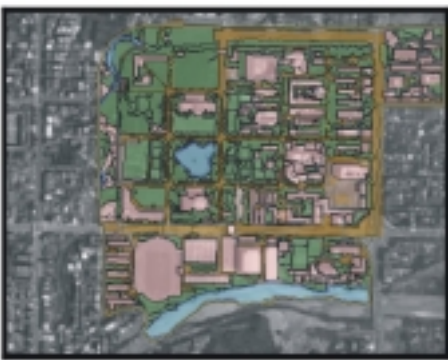


圖 5. 1990 年中興大學台中校區影像及土地利用地景圖

Fig. 5. The image and land-use map of NCHU campus in 1990.

單位/圖例

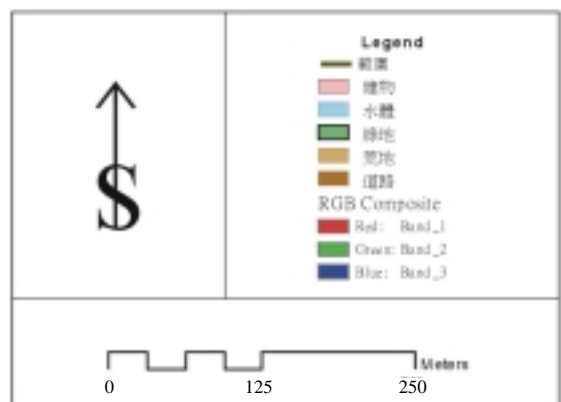


表 2. 中興大學校園歷年土地利用面積分配表 (單位: m^2)Table 2. The area distribuion of different land-use types on NCHU over the year of 1973, 1982, 1990, 1995 and 2001. (cenit: m^2)

土地使用型	1973年	1982年	1990年	1995年	2001年
綠地	476997.52	351914.45	294811.75	286351.65	281233.62
建物	86554.85	150544.33	196100.93	187390.09	203657.78
道路	57578.48	114522.08	109899.91	152903.58	144506.16
荒地	12624.83	10836.64	16647.17	9008.65	5406.60
水體	18195.49	22875.20	32687.89	15183.87	12301.77
總面積	651951.169	650692.697	650147.641	650837.841	647105.934

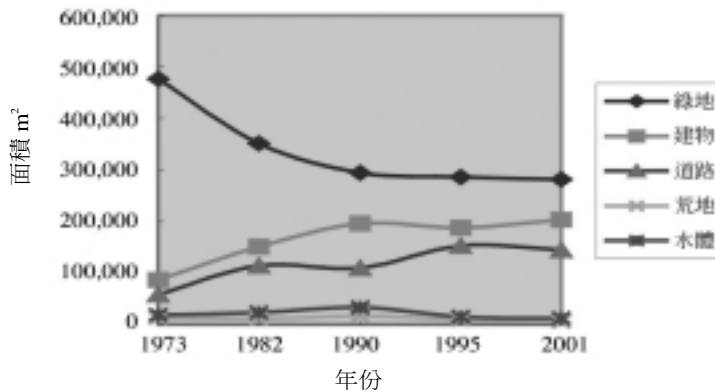


圖 8. 中興大學台中校區歷年土地利用型面積趨勢

Fig. 8. The change trend of land use in NCHU campus.

釋、數化、建構土地利用地景，將航空照片幾何校正定位，依據中興大學環境規劃報告書之土地利用分類類別，將土地利用型歸類為綠地、建物、道路、荒地、水體，以此數化後的圖及屬性資料作為分析之依據，其影像及土地利用地景如圖 3~圖 7。

校園歷年土地面積的分配結果（如表 2），若以綠地而言，1973 年為最多有 476997.52 m^2 ，依序為 1982 年次之、1990 年、1995 年、2001 年為最少，其變化趨勢可由圖 8 看出，校園在 1990 年之後慢慢趨於穩定發展，變動較小，整體而言，校園土地利用趨於一穩定變動的狀況。

整體而言，校園土地利用面積分配比例在 1990 年已呈穩定狀況，其後轉移狀況除維持原地轉移外，尚還有少部分的土地類型的轉移。轉移變化較大的綠地、建物、道路部分，在歷年中的改變量不定。土地利用內部的轉換，雖然整體來看為趨於穩定，但土地利用型之間還是有相互轉移的現象。

(二) 地景結構指數

校園地景變遷以地景結構指數來看，本研究利用美國農部 (USDA) (1995) 所開發的地理資訊系統地景生態結構模組 (Fragstats)，計算校園各年份整體的地景結構指數—嵌塊體個數 (NP)、平均嵌塊大小

(MPS)、平均形狀指標 (MSI)、平均嵌塊碎形維度 (MPFD)、嵌塊體大小標準差 (PSSD)、總地景面積 (TA)、最大嵌塊體指數 (LPI)、嵌塊體密度 (PD) 等，其歷年的數值變化如附錄 1，結果如下圖 9~12，其分析討論如下。

校園地景結構指數於地景變遷中結果，從 1982~1990 年兩期土地利用型圖得知，校園土地利用因大量公共工程建設而有所轉換，將破碎的嵌塊體經過規劃，合併並整合；嵌塊體類別數目 (NP) 於 1973 年時較多，因此其嵌塊體密度 (PD) 較大，表示當時的土地利用類型未經過系統規劃，較為零散。整體而言，1980

年以後，校園嵌塊體類型 (NP)、地景形狀指數 (LSI)、嵌塊體密度 (PD) 變化不大，表示 1982 年後，校園土地利用方式已經趨近於都市化，其發展趨於穩定。碎型維度值 (FRACT) 到 1990 年始趨於穩定。

(三) 以馬可夫鏈處理之結果與討論

轉置矩陣將現有資料 1973、1982、1990、1995、2001 年換算出的矩陣，分別由馬可夫鏈機率向量概念，求出未來穩定的機率，由 Mathematica 推算出，最後穩定狀態下，校園各土地利用轉置的機率，以 1995~2001 的機率較符合現有地景之變動 (圖13)，以此段時

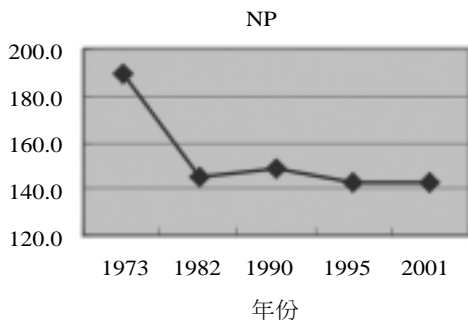


圖 9. 校園地景嵌塊體類別結構指數(NP)變遷圖

Fig. 9. The change of landscape structure index NP in NCHU campus.

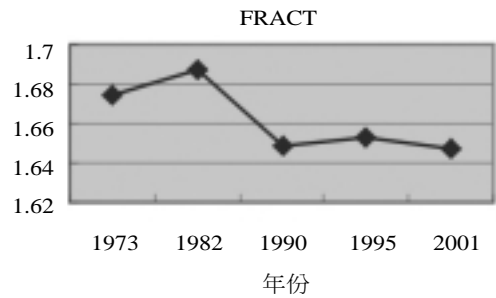


圖 11. 校園地景碎型維度 (FRACT)

Fig. 11. The landscape structure index FRACT in NCHU campus.

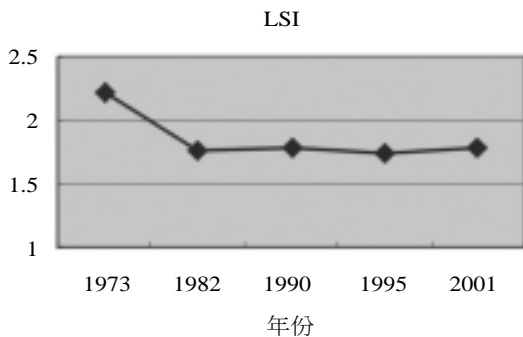


圖 10. 校園地景形狀指數 (LSI)

Fig. 10. The change of landscape structure index SHAPEI in NCHU campus.

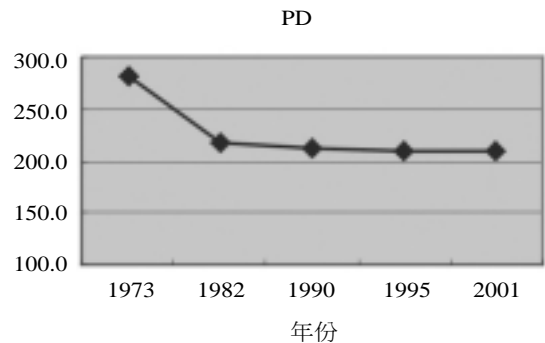


圖 12. 校園地景嵌塊體密度 (PD) 變遷圖

Fig. 12. The landscape structure index PD in NCHU campus.

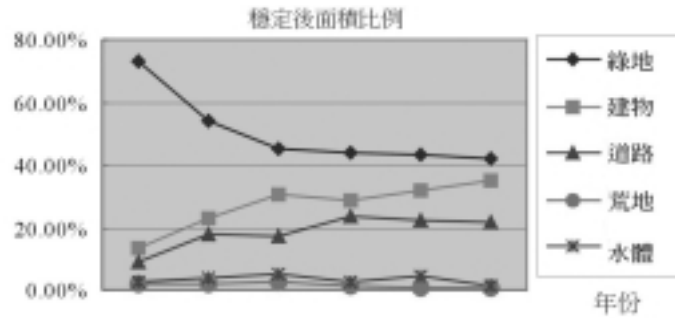


圖 13. 穩定值曲線圖

Fig. 13. The steady-state curves of different land-use type in NCHU campus.

間的轉置矩陣作為推算穩定狀態的矩陣，經推算結果其穩定矩陣之土地利用型面積比例為，綠地 41.94 %、道路 34.72 %、建地 21.27 %、荒地 21.27 %、水體 0.55 %。

馬可夫鏈的轉置矩陣可算出總量的地景變化，但無法得知這些可能變化的確切空間分布。Jenerette and Wu (2001) 曾利用馬可夫鏈細胞自動化方式，來探討土地利用分配比例與轉置變化機率原則，並加入空間細胞單元資料中，運用自動化的方式，隨機判別細胞的發展機制，發展出細胞的空間分佈狀況；可以建議未來研究，可以考慮以細胞自動化的方式，來規劃校園土地利用的空間分配，以提供校園土地規劃者的參考依據。

(四) 半馬可夫鏈結果與討論

經過馬可夫鏈求出穩定的向量機率矩陣，代入半馬可夫鏈求出穩定的土地利用面積比例所需要的時間。各土地利用達穩定所

需要的時間，可透過經過各曲線的切線等於零來求解。

由各曲線之切線，求出各種土地利用趨於穩定所需要之時間點，分別為下表：將穩定的時間點，減掉現有資料的起始點 1973 年，作為各項土地利用型達到穩定時所需花費的時間（如表 3）。

結果發現，興大台中校區由 1973 年為基準，綠地穩定時需要花 24 年，建物需花 26 年、道路需花 31 年、荒地需花 10 年、水體需花 12 年，除了道路的變化尚需到 2004 年後才趨於穩定，其他土地利用型在現有資料中已趨於穩定。

經由半馬可夫鏈公式推算出來，校園穩定狀態之土地利用型面積分佈比例，如圖 14，表中可看出綠地面積佔有的比例最多，有 54.83 %，建物面積佔有的比例 30.85 %，道路面積佔有 14.06 %，荒地面積佔

表 3. 土地利用穩定需花費時間表

Table. 3. The time spent to reach steady-state of each land-use types.

土地利用類型	綠地	建物	道路	荒地	水體
穩定時的時間點	1997	1999	2004	1983	1985
所發費時間 (年)	24	26	31	10	12

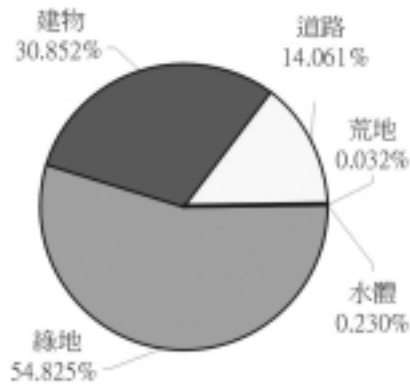


圖 14. 半馬可夫鏈推算土地利用分配比例圖

Fig. 14. The distribution of land-use types with Semi-Markov inferred land use area proportion.

有 0.03 %，水體面積有 0.23 %。

四、結論與建議

1. 本研究所收集 1973 年、1982 年、1990 年、1995 年、2001 年之興大校園航空照片經幾何校正、定位、數化後，可供校園歷史沿革參考。
2. 地景結構指數如 NP、SHAPEI、PD，在 1982 年後都趨穩定，即表校園已都市化。
3. 整體而言，校園環境以馬可夫鏈的求解過程中，可得到穩定發展的土地利用型之分配比例，然而在規劃理想的校園土地面積配置上，尚需依理想的未來狀況規劃，本研究認為以考慮時間歷程的半馬可夫鏈所求出的結果，可用來規劃校園土地利用的分配，以作為理想校園的土地利用分配狀況。
4. 利用半馬可夫鏈算出之穩定校園土地利用型的分配比例為綠地面積佔 54.83 %、建物面積佔 30.85 %、道路面積佔 14.06 %、水體面積佔 0.23 %，其他如荒地，其面積佔 0.03 %。
5. 由研究結果中已經提出校園未來穩定狀態時，土地利用面積的整體分配比例，但並未能提供確切的空間分配和空間發展趨勢。至於各土地利用型之空間分佈配置，將可列為

未來研究發展的重點。而此空間分配則可考慮以細胞自動化 (CA) 為之。

五、引用文獻

- 何友鋒建築師事務所 (1999) 國立中興大學校園環境規劃報告，中興大學。
- 周子文、謝志雄編著 (1997) 近代商用數學，台北市。
- Acevedo, M.F., D.L. Urban and Shugart, H.H. (1996) Models of forest dynamics based on roles of tree species. *Ecological Modeling* 87:267-284.
- Howard, R. A., (1971) *Dynamic Probabilistic Systems Vol II. Semi-Markov and decision processes.* Wiley, New York.
- Jenerette, G. D. and Jianguo, Wu. (2001) Analysis and simulation of land-use change in the central Arizona-Phoenix region. USA. *Landscape Ecology* 16(8):611-626.
- Usher, M.B., (1992) Statistical models of succession. in: D.C. Glenn-Lewin, R.K. Peet and T.T. Veblen (Editors), *Plant Succession: Theory and Prediction.* Chapman and Hall, London p.215-248.

《附錄1》地景結構指數值表

年份	1973	1982	1990	1995	2001
CA	13.48846	12.41734	13.99937	13.59212	13.69316
NP	189.00000	144.80000	148.20000	142.20000	143.00000
MPS	0.13611	0.10880	0.19807	0.18533	0.14276
MSI	1.96005	1.85312	1.95601	1.87954	1.94926
MPFD	1.63885	1.72907	1.62666	1.60903	1.670620
PSSD	0.23016	0.27691	0.44338	0.44345	0.39128
PERCLAND	20.00000	87.81750	20.00000	20.00000	20.00000
TA	67.44230	20.94471	69.99686	67.96060	68.46580
LPI	1.96301	3.74865	4.13935	4.58936	4.31520
PD	280.23956	217.04475	211.72376	209.23887	208.86341
PSCV	185.78416	244.05910	231.78915	224.64202	220.06755
AWMSI	2.03874	3.07006	2.84077	3.43749	3.44413
DLFD	1.67838	1.68541	1.66178	1.69371	1.71723
AWMPFD	1.48302	1.51664	1.50018	1.51651	1.53864
LSIM	43.68100	59.60000	33.36500	36.21400	35.34600
SHAPEI	2.21737	1.750722	1.789233	1.741291	1.775073
FRACT	1.674964	1.687441	1.648359	1.652836	1.647823

註：CA 類別面積；NP 嵌塊體個數；MPS 平均嵌塊大小；MSI 平均形狀指標；MPFD 平均嵌塊碎形維度；PSSD 嵌塊體大小標準差；TA 總地景面積；LPI 最大嵌塊體指數；PD 嵌塊體密度；PSCV 嵌塊體大小變異數；AWMSI 面積權重之形狀指標平均值；DLFD 雙對數碎形維度；AWMPFD 塊區碎形空間面積加權；LSIM 地景相似指標；SHAPEI 形狀指標；FRACT 碎形維度。