

第四章 認知實驗

本研究的焦點在數位城市的圖像視覺性分析。上一階段的初期模型是援引KWAN的理論模型並做修正，以轉化成爲數位城市的視覺圖像之認知模型。此一初期模型乃是基於假設在虛擬環境中，亦有與實體環境相同的空間認知關係。因此，第一個空間感認知實驗，是要驗證空間知識的存在與移轉不會有差異；不同的受測者在實體環境中的空間知識，都能透過視覺圖像的媒材環境，來完成他們自身對虛擬環境的空間感認知。而在真實與虛擬環境中，Liu等人(2000)的研究指出，必定存在有不同於實體環境的空間性認知因子。因此，以初期模型的空間知識爲架構，在實驗室內進行第二個空間感因子分析的實驗，期望找出空間感中視覺圖像的重要影響因子，及其重要性的差異，來建立虛擬環境中，圖形界面的空間性因子細項。最後，以初期網際空間認知模型，作爲分析相關空間性認知因子分類的依據，來深化初期網際空間認知模型的瀏覽行爲特徵，以獲得一個完整的理論模型，進行下一階段線上數位城市的理論模型驗證驗證。

4.1 數位媒材的認知實驗設計

實驗的設計，首先選定要被觀看的場所，並透過五種不同數位媒材來表達，以檢驗在實體城市空間、實體虛擬城市空間與虛擬城市空間系統三者之間的環境認知差異。這裡所講的虛擬城市其空間系統是被視爲結合不同技術的感知過程，包括虛擬實境、影片、靜態圖片、環場視覺與3D模型。

1. 受測對象：分成三組，25個空間設計背景的學生（3D訓練），25個視覺傳達設計背景的學生（2D訓練），以及25個非空間與視覺背景的學生，共75個實驗對象的學生參與。如此的實驗對象在空間認知背景涵蓋較平均，可分析出使用者對空間認知的異同性。另外，在傳統認知實驗的人數樣本上大約介於30到100人之間，因此本實驗將總樣本數訂在75人，以盡量符合認知實驗的樣本數。
2. 媒材環境：透過五種數位媒材的視覺圖像與聲音，來呈現五個空間複雜度相同的同一場景。媒材的選定是要模擬人類在空間中瀏覽的視覺經驗，並以目前的數位製作技術分成真實場景的拍攝與3D場景建模，觀看的視覺模式可分成立體與非立體；另外，爲了測驗環境聲音的影響，安排媒材C與E加入正確的現場收音，D媒材爲無聲，A與B媒材爲自行安排的音樂（圖表4-1）。

編號	A	B	C	D	E
媒材類別	真實場景影片	真實場景立體影片	場景 3D 動畫影片	場景 3DVR 立體影片	場景 3DVR 半沈浸立體影片
空間複雜度相同的場景					
數位媒材製作	利用數位攝影機拍空間場景來播放。	利用數位立體攝影機拍攝空間場景。	空間場景利用 3D 軟體建模，並製作動畫影片來播放。	空間場景利用 3D 軟體建模，輸入虛擬實境軟體編輯。	空間場景利用 3D 軟體建模，並製作特殊動畫影片。
數位媒材視覺模式	不具立體效果。	可透過立體眼鏡觀看，具有立體效果。	不具立體效果。	可透過瀏覽器操作，戴上立體眼鏡觀看，具有立體效果。	透過半沈浸式的虛擬實境系統來播放，具有立體效果。
數位媒材音響模式	背景音響為自行安排的音樂與場景現場的聲音無關。	背景音響為自行安排的音樂與場景現場的聲音無關。	背景音響為現場環境收音之音效。	無背景環境聲音。	背景音響為現場環境收音之音效。

圖表 4-1：五種數位媒材的呈現。

3. 實驗空間：在一間5m*7m大的空間中進行實驗，而空間能完全變成暗房，接受實驗的學生是坐在放映設備的螢幕前方（圖4-2）。
4. 實驗設備：硬體有3D VR Dome半沈浸系統、紅外線接收器、3D立體眼鏡（40副）、一台3D立體錄相機、兩顆喇叭與兩台高階電腦（P4 1.8G, 512ram, nvidia geforce3 ti500）。軟體包括virtool2.1, max4.0 and upmost（圖4-3）。



圖 4-2：設備與實驗室。



圖 4-3：硬體設備。

5. 問卷設計：問卷設計的主要目的，是用來分辨不同數位媒材的空間感知程度與認知因子。因此，參考Liu在網際空間的知覺研究中，針對數位媒材實驗問卷的四個問題設計（Liu, 2001; Liu et al., 2000; Wong et al., 2001），另外自行增加三個問題（問題4、5、6），用以觀察不同數位媒材的空間感知程度，來找出空間認知因子：1. 是否有空間的認知，2. 是否有場所感的感覺，3. 是否有身在空間中的認知，4. 媒材的空間認知感與真實空間經驗的比較，5. 能否畫出場所的認知圖，6. 五種媒材的空間認知感之高低排列（如附錄B），7. 選擇空間感的因子（如附錄B，參考Liu的視覺要素因子分類方式）。

6. 實驗過程：正式實驗之前，學生有15分鐘的時間來熟悉五種數位媒材的視覺特性，作為實驗暖身的訓練（worm up）；而實驗的場景並不被使用在此過程中。實驗由五種不同的數位媒材，來呈現五個空間複雜度相同的同一場景，播放次序是A、B、C、D、E，五個步驟，共60分鐘，每一步驟包含（表4-1）：1.觀看影片3分鐘；2.填寫問卷3分鐘；3.畫認知地圖2分鐘；4.休息5分鐘。受測者被要求去感知不同媒材環境，所呈現的差異，以便在每一段影片結束後，利用記憶，來描繪這五種不同媒材環境的認知圖與填寫問卷。

表 4-1：實驗過程的時間。

播放 次序	A			休息	B			休息	C			休息	D			休息	E			結 束
時間/ 分鐘	3	3	2	5	3	3	2	5	3	3	2	5	3	3	2	5	3	3	2	60
內容	觀 看 影 片	填 寫 問 卷	畫 認 知 圖	離 開 實 驗 室	觀 看 影 片	填 寫 問 卷	畫 認 知 圖	離 開 實 驗 室	觀 看 影 片	填 寫 問 卷	畫 認 知 圖	離 開 實 驗 室	觀 看 影 片	填 寫 問 卷	畫 認 知 圖	離 開 實 驗 室	觀 看 影 片	填 寫 問 卷	畫 認 知 圖	實驗 總時間

7. 實驗分析：本研究採用SPSS進行統計分析，針對問卷的類別屬性選定Pearson卡方檢定統計量（chi-square statistic），檢定三組受測對象共75人的空間認知特性（空間設計背景的學生，視覺傳達設計背景的學生，以及非空間與視覺背景的學生等三個預測變數）與空間感知知及空間感因素中各項因子的考慮等兩個準則變數是否有顯著相關，並進行彼此之間的差異性分析。在SPSS系統的觀察值上，總和個數設為91，實際有效的個數為75，遺漏值為總和個數減掉有效個數（參考附錄三），因此在觀察值的次數分配百分比上，分成有效的及總和的兩種百分比，以下的次數分配百分比之列表採有效的百分比分析。而在分析說明上，將探討空間感知知及空間感因子的統計差異。

另外，實驗分析的目的，是要透過問卷結果與認知圖，來分析出不同於實體空間的知覺元素與認知因子，作為拓樸網際空間中數位城市所呈現的視覺圖像之特定空間知識的因子。因此，實驗的分析方法，主要是以上一階段的初期理論模型之空間知識架構中，所包含的Lynch（1960）對城市認知圖分析的四個元素：1.地標、2.節點、3.路徑、4.地區。以及Liu (Liu, 2001; Liu et al., 2000; Wong et al., 2001) 指出在數位空間中的三個特定認知元素：5.移動、6.互動、7.聽覺，對網際中的空間性感覺與數位空間知覺的研究方法而來。

4.2 空間感認知的統計結果與分析

空間感認知問卷總共有六項主要考慮因素（參考附錄B），問卷設計的主要目的，是用來分辨不同數位媒材的空間感知程度與認知因子。在實驗設計上以不同的媒材呈現，來驗證空間感的認知是來自實體環境的認知關係（圖繪），不受不同專業訓練的影響。因此，分別就三種不同背景特性，以卡方檢定法來作探討，檢定某考慮因素的選擇和不同背景特性是否有顯著的相關，若達顯著水準，則依交叉表（Cross table）內所佔的百分率來做比較。

4.2.1 空間感認知的次數分配百分比分析

次數分配百分比的結果如下表4-2。以下將針對問卷中三組受測者在六個問題的回答結果，進行百分比及三至五階多項式趨勢線的迴歸分析，並透過趨勢線的R平方值來顯示估計值與實際資料接近之程度，用以說明資料中不同媒材特性的關係。當R平方值為1或接近1時，趨勢線最為可靠，亦稱為確定係數。（圖例說明：■空間設計背景、■視覺傳達設計背景、■非空間與視覺背景）

表 4-2：空間感認知的次數分配百分比。

表 1-2 空間感認知問卷之數據分析百分比													
媒材的空間感認知問題				選擇									
1.妳/你覺得這是一個空間嗎？		是			不是			不知道					
		a	b	c	a	b	c	a	b	c			
	A	92	72	84	8	28	12	0	0	4			
	B	92	72	88	8	28	12	0	0	0			
	C	88	92	92	12	8	8	0	0	0			
	D	96	96	96	4	0	4	0	4	0			
	E	92	96	92	8	0	4	0	4	4			
2.妳/你覺得這是一個場所嗎？		是			不是			不知道					
		a	b	c	a	b	c	a	b	c			
	A	88	68	72	12	32	28	0	0	0			
	B	84	68	68	16	32	32	0	0	0			
	C	76	76	80	24	24	20	0	0	0			
	D	100	84	96	0	12	4	0	4	0			
	E	92	84	84	8	12	16	0	4	0			
3.妳/你有身在其中的感覺？		是			不是			不知道					
		a	b	c	a	b	c	a	b	c			
	A	48	48	44	44	52	44	8	0	12			
	B	44	48	56	52	48	44	4	4	12			
	C	44	44	44	52	52	52	4	4	4			
	D	100	92	88	0	8	4	0	0	8			
	E	92	100	92	8	0	0	0	0	8			
4.針對此一媒材所呈現的空間效果，請妳/你比較真實的空間經驗，是否有接近的感覺		高			中			低			不知道		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
	A	20	16	36	44	40	20	36	44	44	0	0	0
	B	16	16	40	56	44	52	24	40	8	4	0	0
	C	20	20	16	28	40	48	52	32	36	0	8	0
	D	56	60	76	32	32	20	12	8	4	0	0	0

覺？	E	84	88	84	12	12	16	4	0	0	0	0	0	0		
5.能否照記憶，畫出你所觀看影片中的認知圖。		可以						不可以								
		a		b		c		a		b		c				
	A	100		100		100		0		0		0				
	B	100		100		100		0		0		0				
	C	100		100		100		0		0		0				
	D	100		100		100		0		0		0				
	E	100		100		100		0		0		0				
6.最後請排列出五種媒材所呈現的空間感之高低順序。(觀看 E 影片後再答)		1(最高)			2			3			4			5(最低)		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
	A	13	8	5	0	0	5	0	0	0	0	8	10	87	84	80
	B	7	4	5	13	0	10	13	8	0	67	80	67	0	8	19
	C	19	4	14	18	50	14	44	42	62	19	4	10	0	0	0
	D	27	26	24	46	39	56	13	31	10	7	4	10	7	0	0
	E	38	61	55	25	13	15	31	22	25	6	0	0	0	4	5

註：A、B、C、D、E代表五種不同媒材；a代表空間設計背景、b代表視覺傳達設計背景、c代表非空間與視覺背景。

針對第一個問題『妳/你覺得這是一個空間嗎？』，三組學生認為A媒材是一個空間的佔82.7%；認為B媒材是一個空間的佔84%；認為C媒材是一個空間的佔90.7%；認為D媒材是一個空間的佔96%；認為E媒材是一個空間的佔93.3%；所以在回答『是』的比率上紅色趨勢線是平緩上揚，在回答『不是』的比率上黑色趨勢線是下斜（如圖4-4）；且迴歸趨勢線的R值為確定係數。

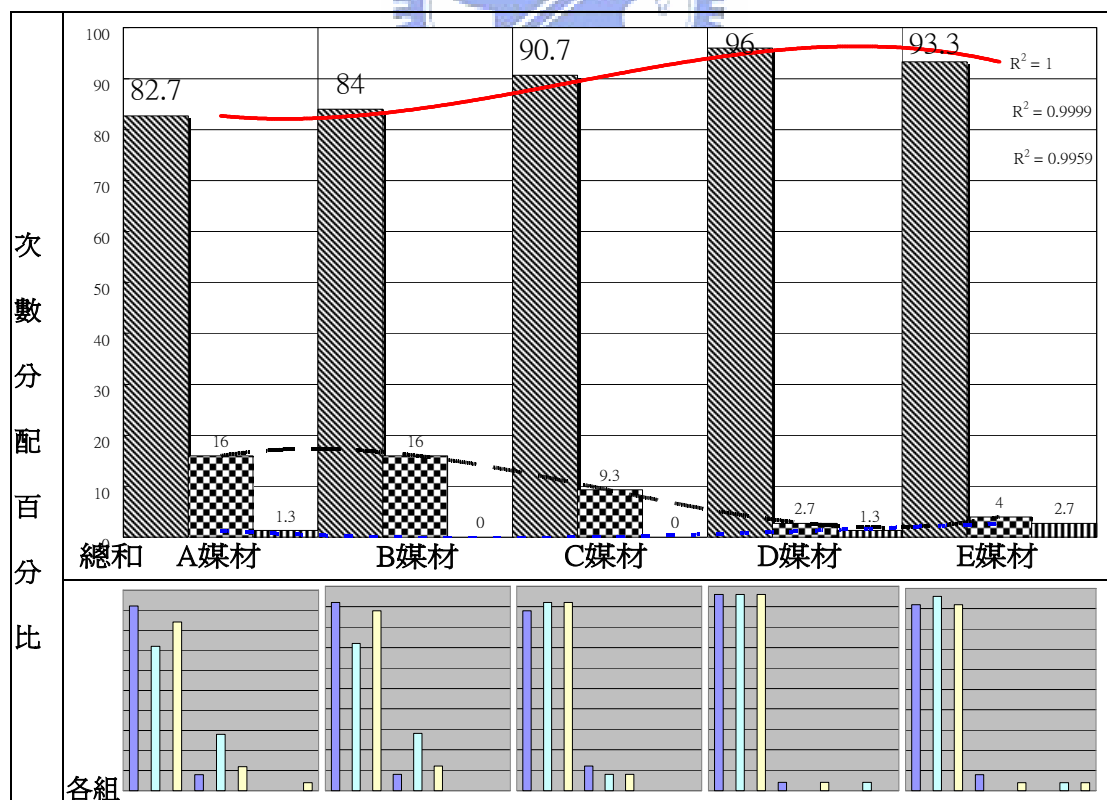


圖 4-4：媒材的空間感知問題一之次數分配百分比圖。圖例：■是、■不是、■不知道；紅、黑及藍色曲線為回答是、不是及不知道的趨勢線。

第二個問題『妳/你覺得這是一個場所嗎？』，三組學生認為A媒材是一個場所的佔76%；認為B媒材是一個場所的佔73.3%；認為C媒材是一個場所的佔77.3%；認為D媒材是一個場所的佔93.3%；認為E媒材是一個場所的佔86.5%；所以在回答『是』的比率上紅色趨勢線是平緩上揚，在回答『不是』的比率上黑色趨勢線是下斜（如圖4-5）；且迴歸趨勢線的R值為確定係數。

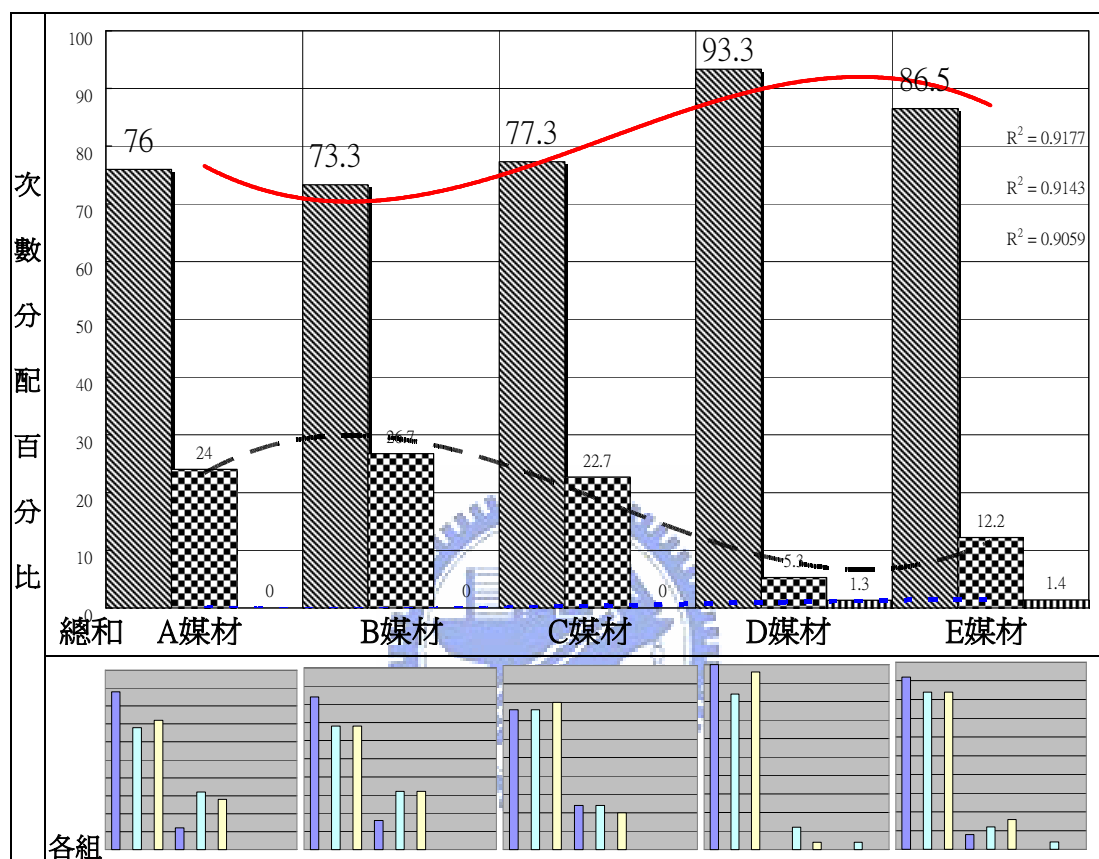


圖 4-5：媒材的空間感知問題二之次數分配百分比圖。圖例：■是、■不是、■不知道；紅、黑及藍色斜線為回答是、不是及不知道的趨勢線。

第三個問題『妳/你有身在其中的感覺？』，三組學生認為A與B媒材有身在其中的感覺沒有的佔46.7%。認為B媒材有身在其中的感覺的佔49.3%，沒有的佔46.7%。認為C媒材有身在其中的感覺的佔44%，沒有的佔52%。認為D媒材有身在其中的感覺的佔93.3%；認為E媒材有身在其中的感覺的佔92%；所以在回答『有』的比率上紅色趨勢線是明顯上揚，在回答『沒有』的比率上黑色趨勢線是明顯下斜（如圖4-6）；且迴歸趨勢線的R值為0.8。

第四個問題『針對此一媒材所呈現的空間效果，請妳/你比較真實的空間經驗，是否有接近的感覺？』。三組學生認為A媒材高的佔24%；B媒材高的佔24%；C媒材高的佔18.7%；D媒材高的佔64%。認為E媒材高的佔85.3%；所以在回答E媒材『高』的比率上紅色趨勢線是明顯上揚（如圖4-7）；且迴歸趨勢線的R值為確定係數。

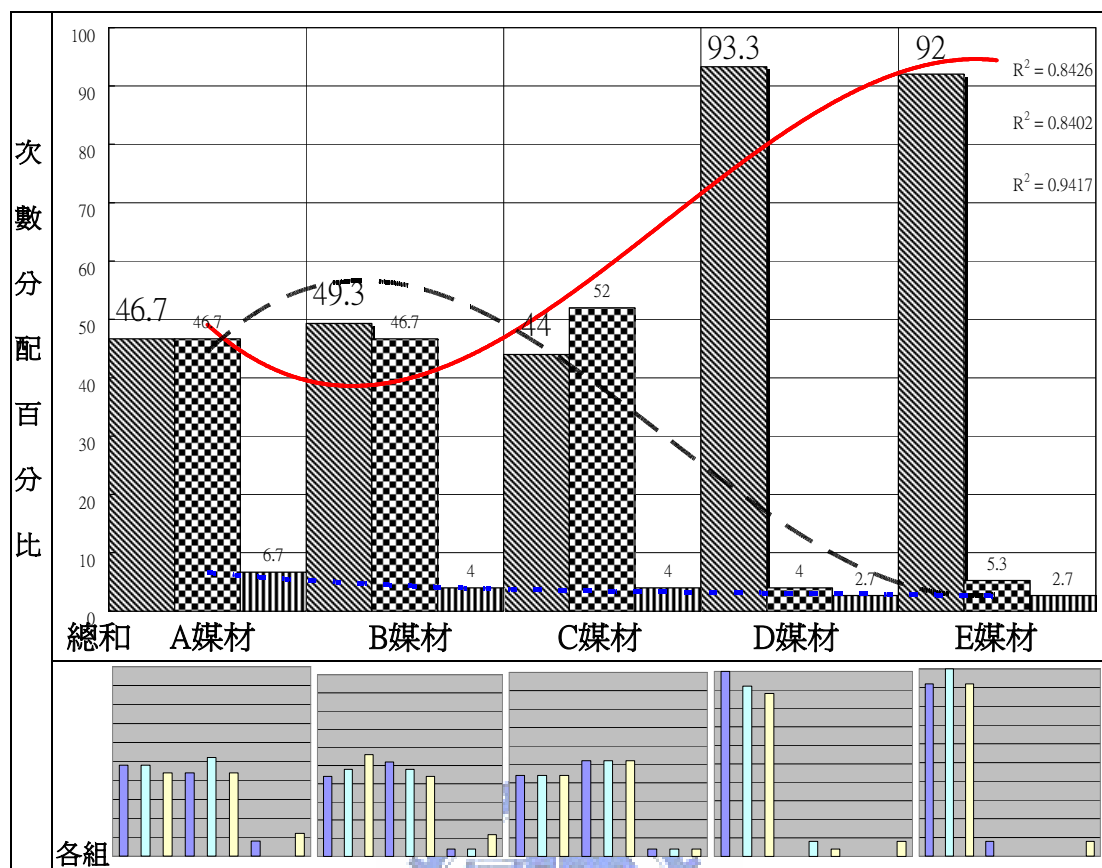


圖 4-6：媒材的空間感知問題三之次數分配百分比圖。圖例：■有、■沒有、■不知道；紅、黑及藍色斜線為回答有、沒有及不知道的趨勢線。

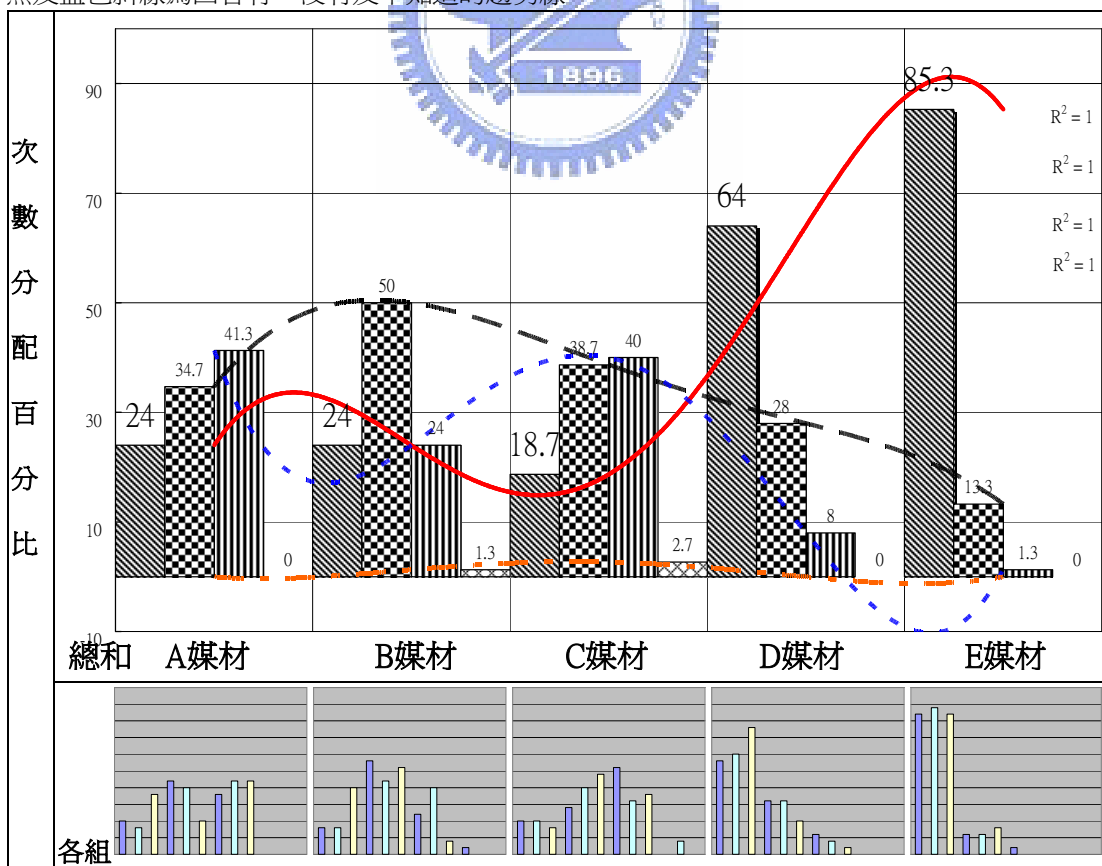


圖 4-7：媒材的空間感知問題四之次數分配百分比圖。圖例：■高、■中、■低、■不知道；紅、黑、藍及橘色斜線為回答高、中、低及不知道的趨勢線。

第五個問題『請依照記憶，看看能否畫出所觀看影片中的示意圖』。可否畫出認知圖，三組學生針對五種不同媒材的空間呈現，100%可以憑記憶繪出所觀看的空間認知圖。

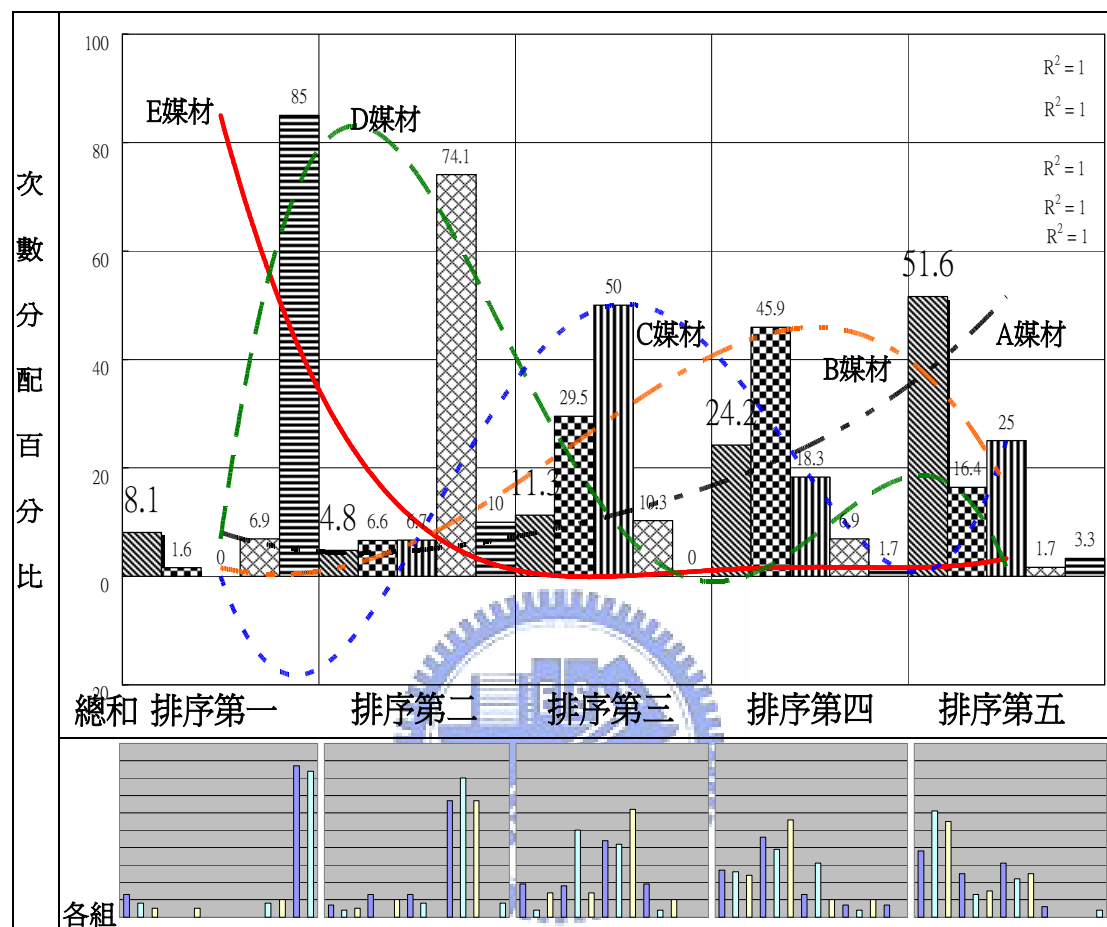


圖 4-8：媒材的空間感知問題六之次數分配百分比圖。圖例說明：■A 媒材、■B 媒材、■C 媒材、■D 媒材、■E 媒材；紅、綠、藍、橘及黑色斜線分別代表 A、B、C、D 及 E 媒材的趨勢線。

第六個問題『請排列出五種媒材所呈現的空間感之高低順序』。五種媒材所呈現的空間感之高低順序（如圖4-8）：三組學生認為A媒材排序為第五，最多佔51.6%。認為B媒材排序為第四，最多佔45.9%。認為C媒材排序為第三，最多佔50%。認為D媒材排序為第二，最多佔74.1%。認為E媒材排序為第一，最多佔85%；這結果反映在五種媒材的趨勢線上，其中以E媒材的紅色趨勢線由第五至第一的排序上揚曲率最高，而A媒材則相反黑色趨勢線由第一至第五的排序上揚曲率最高，B及C媒材的橘及藍色趨勢線曲率相近；且迴歸趨勢線的R值為確定係數。

4.2.2 空間感認知的卡方檢定交叉表分析

由於在卡方檢定交叉表的資料（表4-3），發現這三組受測者並無顯著差異的情形。

這不僅表示三組不同背景的學生，在五種不同媒材的空間感認知問題上，無認知的差異性存在；更重要的結果是顯示三組的受測者，在實體環境中的空間知識，能透過視覺圖像的媒材環境，來完成他們自身對空間的認知，並且不影響他們空間感知與認知圖繪的能力，驗證了初期模型在理論架構上的假設（圖3-7）。

表 4-3：卡方檢定交叉表。

媒材的空間感認知問題	Pearson卡方漸進顯著性（雙尾）				
	媒材A	媒材B	媒材C	媒材D	媒材E
1.妳/你覺得這是一個空間嗎？	.191	.125	.854	.558	.553
2.妳/你覺得這是一個場所嗎？	.215	.336	.927	.209	.616
3.妳/你有身在其中的感覺？	.554	.941	1.000	.185	.199
4.針對此一媒材所呈現的空間效果，請妳/你比較真實的空間經驗，是否有接近的感覺？	.290	.069	.335	.604	.693
5.能否畫出場所的認知圖	常數	常數	常數	常數	常數
6.最後請排列出五種媒材所呈現的空間感之高低順序。（觀看E影片後再答）	.868	.139	.358	.502	.294

註：欄內數值為 Pearson 卡方檢定值，顯著水準 * “表示 $p < 0.05$ ”，** “表示 $p < 0.01$ ”，*** “表示 $p < 0.001$ ”。

由於，認知圖繪的能力和探路的空間行為，能利用媒材的視覺記憶編碼來完成 (Bovy and Stern, 1990; Kosslyn, 1989)。因此，這結果也驗證初期模型中對於空間認知的形成，主要是指『環境』之心理表徵 (Mallot et al., 1998; Medin et al., 2001)，而不是只有在實體空間中才能形成。

以下分別依問題的次數分配百分比，及卡方檢定交叉表的統計資料來分析敘述。另外，這三組不同背景的學生針對第五題都能繪出認知圖，因此在統計資料上變成是常數。

一、在空間的認知上，三組是一致的，如圖4-4所顯示，高達八成以上的比例有空間的認知感。因此，不同『空間媒材』的呈現，並不影響三組不同背景對空間認知的判斷。而增加立體與互動效果的空間媒材，則對空間感的認知會有幫助，這從圖4-4所顯示的趨勢線斜率向上可獲得證明。這是因為空間感的認知經驗是以實體空間的物理性質為基礎，而此一基礎是以視覺圖像元素為主 (Kosslyn, 1989)。所以，在實驗的D與E媒材之中，增加立體與互動的視覺圖像，模擬實體空間的物理性質，其結果是提升了受測者對媒材空間的認知比例，且高達九成。

二、在場所感的認知上，三組是一致的，如圖4-5所顯示，高達七成以上的比率有場所的認知感。但與空間感相比，其比率普遍都有降低的現象，而所顯示的趨勢線斜率亦是向上，與空間感認知相同，顯見空間感與場所感的認知有些差異性。這是因為場所

感通常既指涉一個地方的特殊性質，也指涉人對於這個地方的依戀與感受 (Johnston et al., 2000)。所以，場所感與經驗感受有關，不只是物理特性的，還有記憶的情感因素在其中；因此與以視覺圖像為主的空間感相比，場所感的認知比率會下降，是因為受限於對物理空間是否有感覺記憶的影響。而針對D及E媒材，三組有較高比率的一致認同，這與媒材視覺呈現的融入式特性有關，因為讓受測者有身在其中的感覺與經驗，能夠讓受測者擁有『全視景的動態視野』 (Tuan, 1977)。

三、由於媒材特性的影響，三組針對『身在其中的感覺』並無顯著差異。對於A、B、C媒材回答是與不是的各佔相當比率；但對D及E媒材融入式特性則有較高的比率回答是，如圖4-6所顯示高達九成以上的比率。顯見媒材特性會決定受測者的觀感，這從趨勢線向上且斜率增加可得知。因為，空間感只是單純的物件與視覺圖像的感受，場所感則需有地方經驗的感受。因此，如果能有融入的感覺會強化感知，來類比身處真實空間的經驗感受。

四、由於三組受測者在『身在其中的感覺』的回答中，對於A、B、C媒材回答是與不是的各佔相當的比率；但對D及E媒材融入式特性則有較高的比率回答是。因此，在比較真實空間的經驗時，受測者會依媒材的立體效果，亦即融入與否，來判斷空間經驗的感受，尤其是非空間與視覺背景的受測者。所以如圖4-7所顯示：沈浸式立體影片E媒材佔最高，場景3DVR立體影片D媒材第二，真實場景立體影片B媒材第三高，再來是真實場景影片A媒材，最後是場景3D動畫影片C媒材。

五、空間的認知圖繪是一種心理裝置，透過瀏覽經驗的環境知識與計算空間的能力 (Yeap and Jefferies, 2000)，將空間知識再現 (Darken, 1996; Darken and Sibert, 1996)。因此，三組受測者在透過媒材的環境瀏覽後，都能將這些環境資訊儲存在記憶中並描繪出；因此，在Pearson卡方檢定的數值呈現『常數』（如表4-5）；並無因媒材特性的不同而無法繪出認知圖的情形。因此，三組受測者在視覺媒材的環境知覺與認知行為，會透過『空間知識』將媒材呈現的空間環境形成認知圖。

六、在媒材的空間感判斷上，三組受測者一致以E媒材最高，D媒材次之，C媒材第三，B媒材第四，A媒材為最後。依照初期理論模型的論證，當我們穿越媒材的『空間』時，認知經驗會透過心裡設定形體、聲音、味道、顏色與光線，來協助我們定義場所的感覺 (Horan, 2000)；因此，媒材的融入式特性，及物件的視覺圖像其清晰性與立體效果，會左右空間感的判斷。而上述實驗結果的所有迴歸趨勢線皆顯示，不論在空間感、場所感、身在其中、真實感與媒材間比較的問題回答上，三組都是一致地以E及D媒材為最高。因此，E及D媒材的特徵可作為空間感因子判斷時的重要依據。

4.3 空間感因子的統計結果與分析

該問卷的項目為複選題（附錄二），總共有25項主要考慮因素，應答者可重複勾選；而問卷設計的目的，是用來分辨不同數位媒材的空間感知程度與認知因子關係。並從實驗中找出空間感因子的排序，並假設媒材的不同會有不同的空間感因子排序，這是基於不同專業的訓練。並找出空間感因子與初期理論模型的關係，建立『空間感因子的重要排序』，作為線上數位城市的驗證。以下分別就3種不同背景特性用卡方檢定法來作探討，檢定某考慮因素的選擇與否和各不同背景特性是否有顯著的相關，以及空間感考慮因子的重要排序。若達顯著水準，依交叉表（Cross table）內所佔的百分率來做比較。另外，在媒材的背景聲音安排上，C及E媒材是以模擬場景的現場收音之音響為主，其他媒材以一般音樂為主（參考圖表4-1）。其次，有被選擇的因子之平均有效百分比若低於50%，則以負數代表不選擇因子的百分比。

4.3.1 空間感要素的次數分配百分比分析

調查結果的次數分配百分比的結果如下表4-4。以下將針對問卷中三組受測者在空間感要素的回答結果，進行百分比及五階多項式趨勢線的迴歸分析，並透過趨勢線的R平方值來顯示估計值與實際資料接近之程度，用以說明資料中不同媒材特性與空間感因子的關係。當R平方值為1或接近1時，趨勢線最為可靠，亦稱為確定係數。

表 4-4：次數分配百分比。

空間感因子要素	A			B			C			D			E		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
立體物件	84	60	56	80	84	76	76	80	88	96	100	100	72	96	88
真實影像	100	100	88	100	96	92	16	12	28	40	52	56	56	40	44
動態影片	56	100	80	88	96	72	48	68	60	56	60	44	40	72	56
靜態電腦模擬	0	0	0	0	0	0	72	100	80	96	96	96	84	100	92
電腦動畫	0	0	0	0	0	0	88	100	100	88	100	88	76	100	92
虛擬實境模擬	0	0	8	12	24	16	72	80	96	96	100	100	84	100	100
透視	64	72	64	76	80	76	64	76	76	64	100	84	60	100	92
層次	52	76	52	60	84	68	48	68	68	84	100	96	72	92	88
對比	12	40	28	20	56	48	44	80	68	52	88	72	64	96	76
光影	40	72	56	64	80	56	56	68	52	48	72	76	60	100	84
色彩	20	40	44	16	36	40	48	64	80	60	76	84	40	76	84
空氣遠近	40	36	4	36	48	28	20	24	8	20	48	36	20	36	24
材質感	32	16	24	28	36	24	84	88	84	76	92	84	80	88	92
位置移動	92	96	100	92	84	92	64	64	72	76	76	84	64	44	88

立體感	44	36	48	56	76	76	56	80	84	100	100	92	80	100	96
視景轉變	80	68	76	80	60	84	44	64	76	80	80	92	68	84	76
反彈	16	24	20	4	20	16	4	20	28	48	40	48	16	24	32
定點動作	32	60	56	36	52	56	12	36	4	32	44	20	8	32	20
縮放	44	40	60	56	60	64	28	64	48	28	76	56	28	76	64
色彩變化	16	20	28	16	24	36	20	52	44	24	32	60	20	60	64
背景音樂	20	36	24	44	28	44	80	92	88	4	8	8	72	88	88
氣氛	48	44	36	36	44	40	56	80	68	44	52	44	48	76	60
整體空間表現	36	44	44	40	56	56	56	68	64	64	88	88	60	84	92
空間符號的使用	80	96	72	80	100	68	32	64	20	44	24	36	44	64	72
互動性的界面	16	16	32	40	44	52	28	36	8	52	64	44	28	64	56

註：A、B、C、D、E 代表五種不同媒材；a、b、c 代表空間設計背景、視覺傳達設計背景、非空間與視覺背景。

三組受測者對空間感因子要素的有效百分比說明如下。其中假設若三組受測者對某項因子的選擇都是50%以上（含）則為正數，本研究稱該因子為空間感的『高度相關因子』；反之則稱為『低度相關因子』，其餘則稱之為『部分相關因子』：

- (1). 針對『立體物件』（圖4-9），三組受測者對此項因子都是正數，代表具立體感的單一物件是空間感的高度相關因子。而這也與前項媒材的空間感判斷與立體效果相關的結果一致。
- (2). 『真實影像』（圖4-10），三組受測者對此項因子只有A、B媒材是正數，C、D、E都是負數。因此，對媒材畫面中運用真實照片是否具有空間感，是部分相關因子。
- (3). 『動態影片』（圖4-11），三組受測者對此項因子都是正數，代表播放動態影片之連續畫面是空間感的高度相關因子。
- (4). 『靜態電腦模擬』（圖4-12），三組受測者對此項因子C、D、E媒材是正數，A、B是負數；因此，對由電腦模擬所建構出擬真的場景圖是否具有空間感，是部分相關因子。
- (5). 『電腦動畫』（圖4-13），三組受測者對此項因子C、D、E媒材是正數，A、B是負數；因此，對運用電腦動畫是否具有空間感，是部分相關因子。
- (6). 『虛擬實境模擬』（圖4-14），三組受測者對此項因子C、D、E媒材是正數，A、B是負數。因此，對具有立體擬真效果的畫面是否具有空間感，是部分相關因子。
- (7). 『透視』（圖4-15），三組受測者對此項因子都是正數，代表透視的角度變化是空

間感的高度相關因子。

- (8). 『層次』（圖4-16），三組受測者對此項因子都是正數，代表圖片或物件的層次感是空間感的高度相關因子。
- (9). 『對比』（圖4-17），三組受測者對此項因子C、D、E媒材是正數，A、B是負數；因此，對運用色彩、明暗、背景與主體來呈現對比效果是否具有空間感，是部分相關因子。
- (10). 『光影』（圖4-18），三組受測者對此項因子都是正數，代表光線與陰影效果是空間感的高度相關因子。
- (11). 『色彩』（圖4-19），三組受測者對此項因子C、D、E媒材是正數，A、B是負數；因此，對運用不同色彩的深淺效果是否具有空間感，是部分相關因子。
- (12). 『空氣遠近』（圖4-20），三組受測者對此項因子都是負數；所以，媒材所呈現的畫面是否具有霧氣朦朧的感覺，是空間感的低度相關因子。
- (13). 『材質感』（圖4-21），三組受測者對此項因子C、D、E媒材是正數，A、B是負數；因此，對畫面中的貼圖質感是否具有空間感，是部分相關因子。
- (14). 『位置移動』（圖4-22），三組受測者對此項因子都是正數，代表物件位置的移動是空間感的高度相關因子。
- (15). 『立體感』（圖4-23），三組受測者對此項因子只有A媒材是負數；因此，對空間具有立體的感覺是否具有空間感，是高度相關因子。
- (16). 『視景轉變』（圖4-24），三組受測者對此項因子都是正數，代表畫面中的視覺經驗轉變是空間感的高度相關因子。
- (17). 『反彈』（圖4-25），三組受測者對此項因子都是負數，代表物件反彈的動作是空間感的低度相關因子。
- (18). 『定點動作』（圖4-26），三組受測者對此項因子都是負數，代表人物的肢體動作是空間感的低度相關因子。
- (19). 『縮放』（圖4-27），三組受測者對此項因子A、C是負數；因此，對物件或畫面的變化是否具有空間感，並是部分相關因子。
- (20). 『色彩變化』（圖4-28），三組受測者對此項因子都是負數，代表畫面或物件顏色的轉換是空間感的低度相關因子。

- (21). 『背景音樂』 (圖4-29)，三組受測者對此項因子C、E媒材是正數；由於在實驗的設計上，正確的環境音效只有C與E媒材，A、B、D為其他音效。所以，對畫面具有適當的背景音樂運是否具有空間感，是高度相關因子。
- (22). 『氣氛』 (圖4-30)，三組受測者對此項因子只有C、E媒材是正數。因此，對整體氣氛與真實的空間經驗相比是否具有空間感，是部分相關因子。
- (23). 『整體空間表現』 (圖4-31)，三組受測者對此項因子只有A媒材是負數；因此，對整體的空間呈現，是否讓人容易掌握其空間經驗，是空間感的部分相關因子。
- (24). 『空間符號的使用』 (圖4-32)，三組受測者對此項因子只有C、D是負數；因此，對運用電腦動畫是否具有空間感，是部分相關因子。
- (25). 『互動性的界面』 (圖4-33)，三組受測者對此項因子A、B、C、E是負數；因此，對互動性的使用界面是否具有空間感，是部分相關因子。

(圖例說明：■A媒材該因子的百分比、■B媒材該因子的百分比、■C媒材該因子的百分比、■D媒材該因子的百分比、■E媒材該因子的百分比；■空間設計背景該因子的百分比、■視覺傳達設計背景該因子的百分比、■非空間與視覺背景的該因子的百分比。)

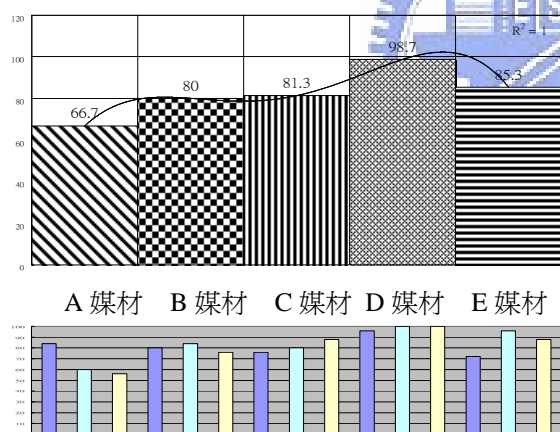


圖 4-9：立體物件

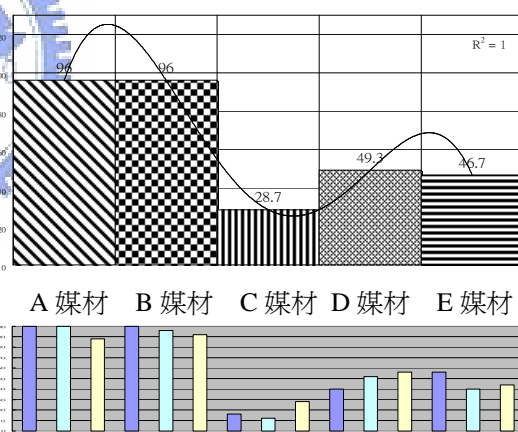


圖 4-10：真實影像

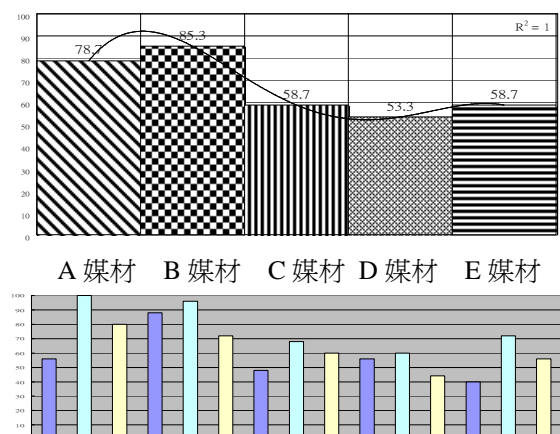


圖 4-11：動態影片

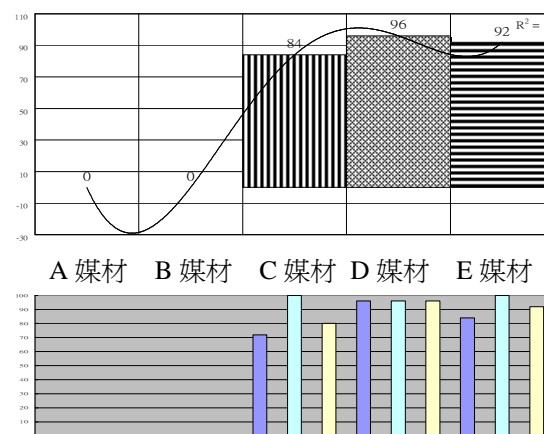


圖 4-12：靜態電腦模擬

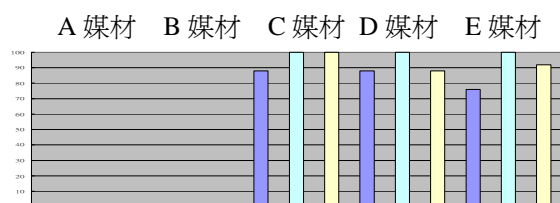
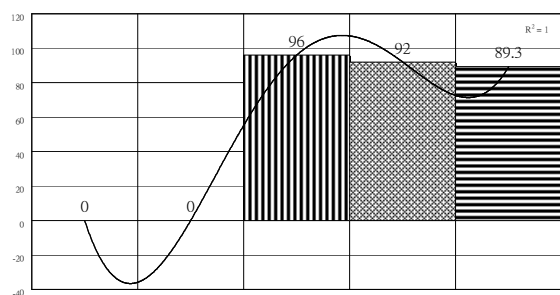


圖 4-13：電腦動畫

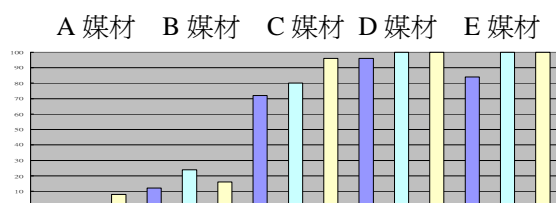
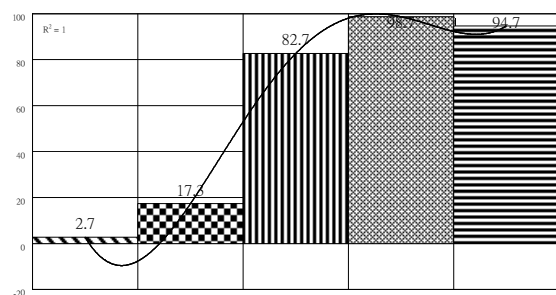


圖 4-14：虛擬實境模擬

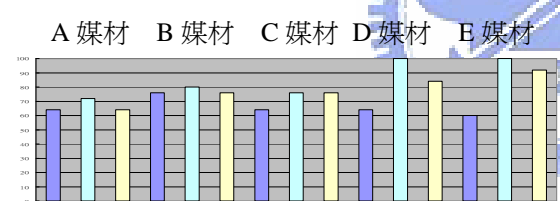
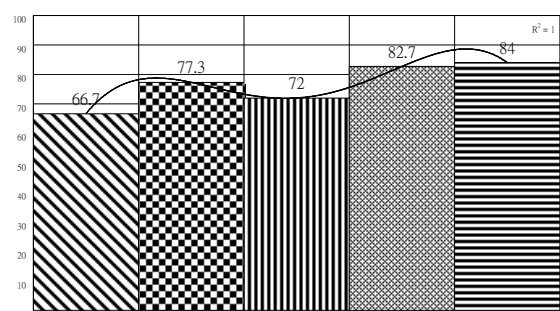


圖 4-15：透視

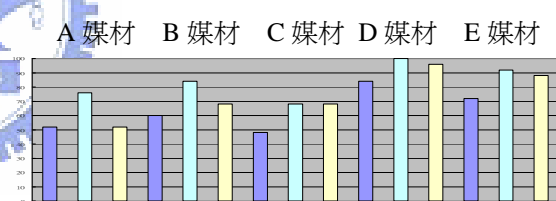
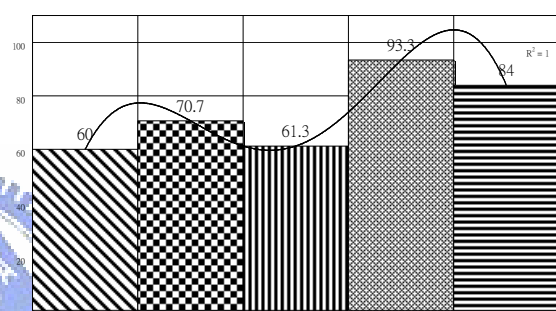


圖 4-16：層次

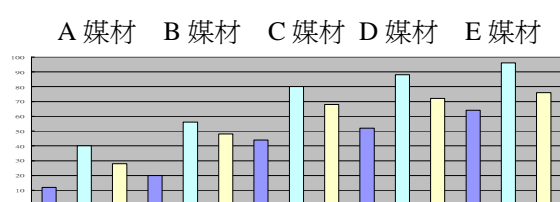
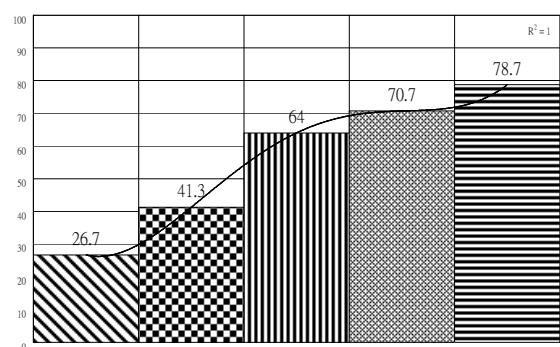


圖 4-17：對比

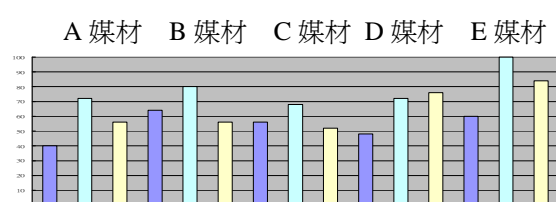
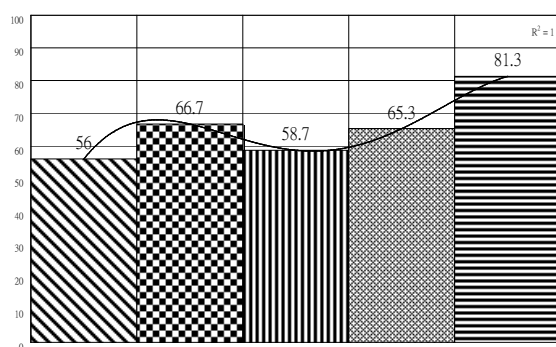
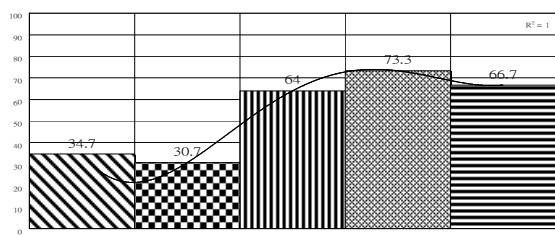


圖 4-18：光影



A 媒材 B 媒材 C 媒材 D 媒材 E 媒材

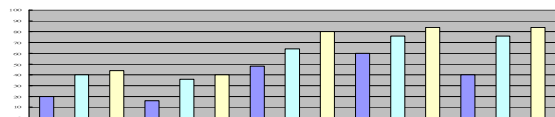
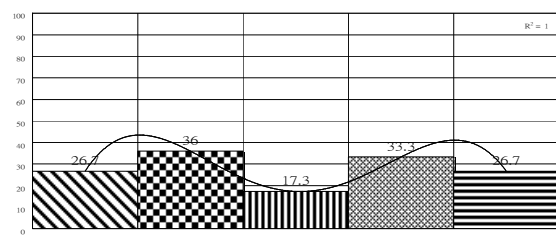


圖 4-19：色彩



A 媒材 B 媒材 C 媒材 D 媒材 E 媒材

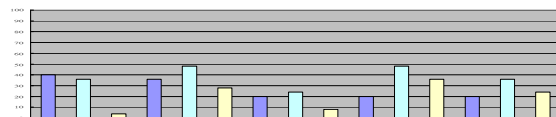
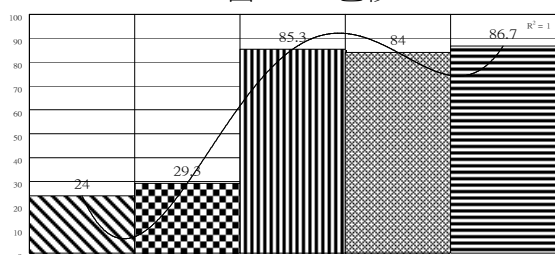


圖 4-20：空氣遠近



A 媒材 B 媒材 C 媒材 D 媒材 E 媒材

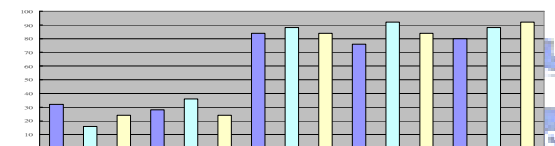
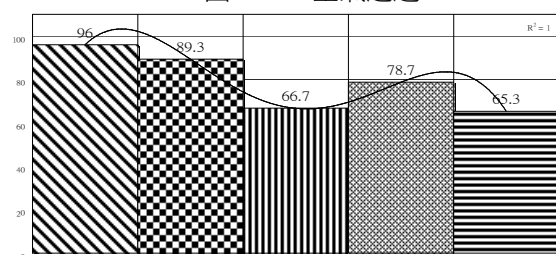


圖 4-21：材質感



A 媒材 B 媒材 C 媒材 D 媒材 E 媒材

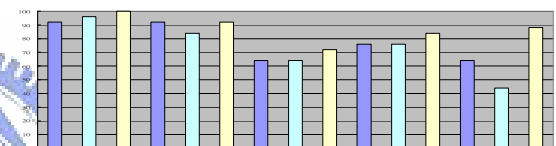
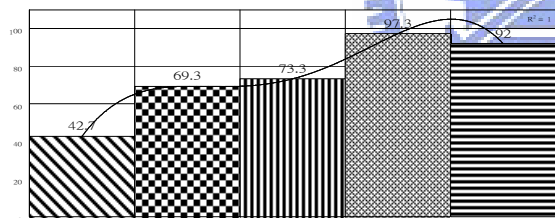


圖 4-22：位置移動



A 媒材 B 媒材 C 媒材 D 媒材 E 媒材

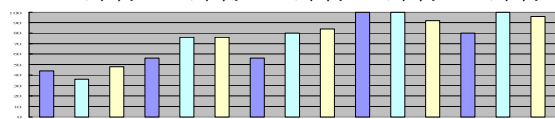
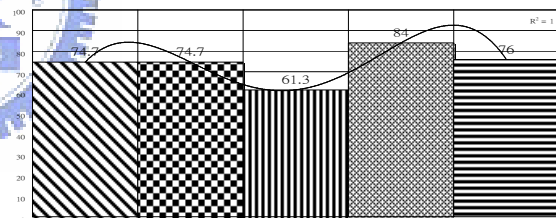


圖 4-23：立體感



A 媒材 B 媒材 C 媒材 D 媒材 E 媒材

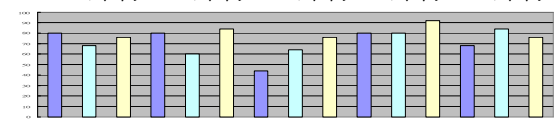
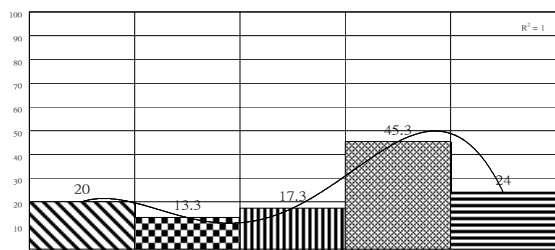


圖 4-24：視景轉變



A 媒材 B 媒材 C 媒材 D 媒材 E 媒材

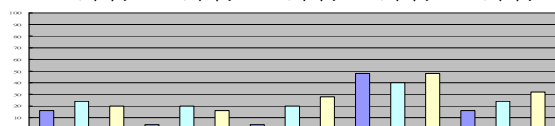
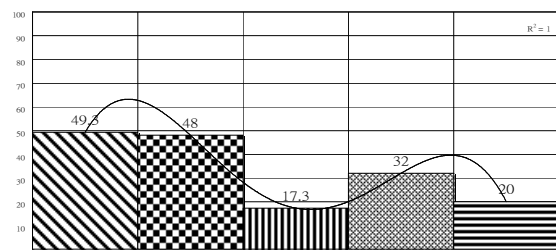


圖 4-25：反彈



A 媒材 B 媒材 C 媒材 D 媒材 E 媒材

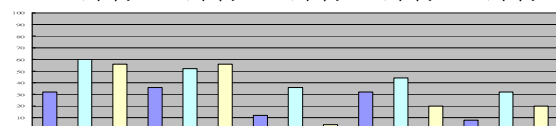


圖 4-26：定點動作

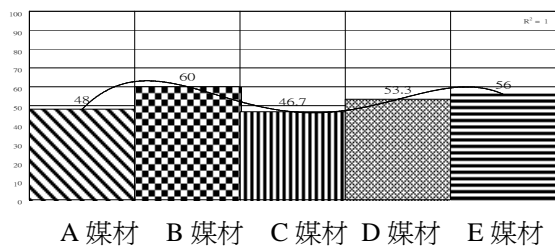


圖 4-27：縮放

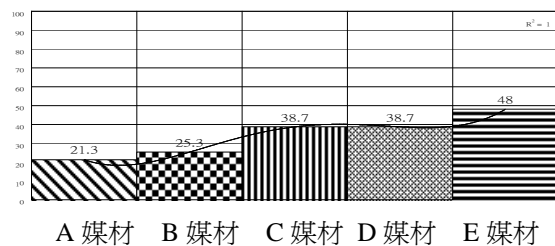


圖 4-28：色彩變化

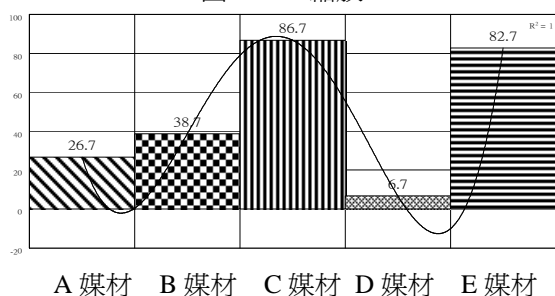


圖 4-29：背景音樂

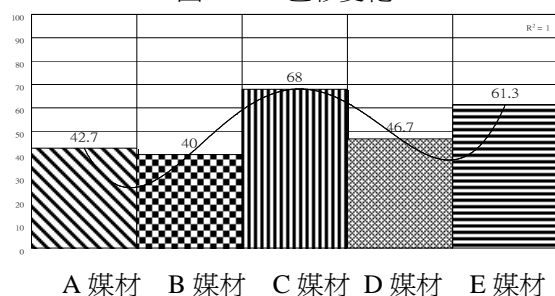


圖 4-30：氣氛

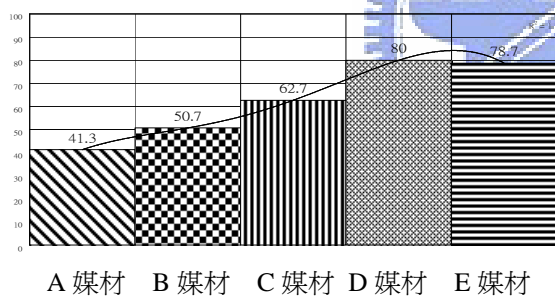


圖 4-31：整體空間表現

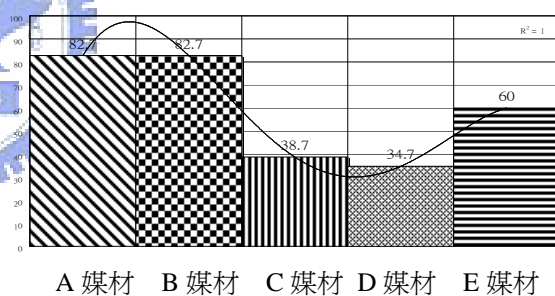


圖 4-32：空間符號的使用

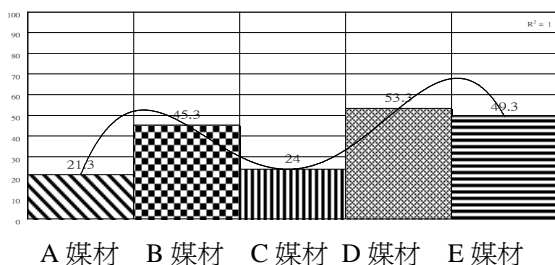


圖 4-33：互動性的界面

表 4-5：空間感因子相關性。
空間感因子所佔比例

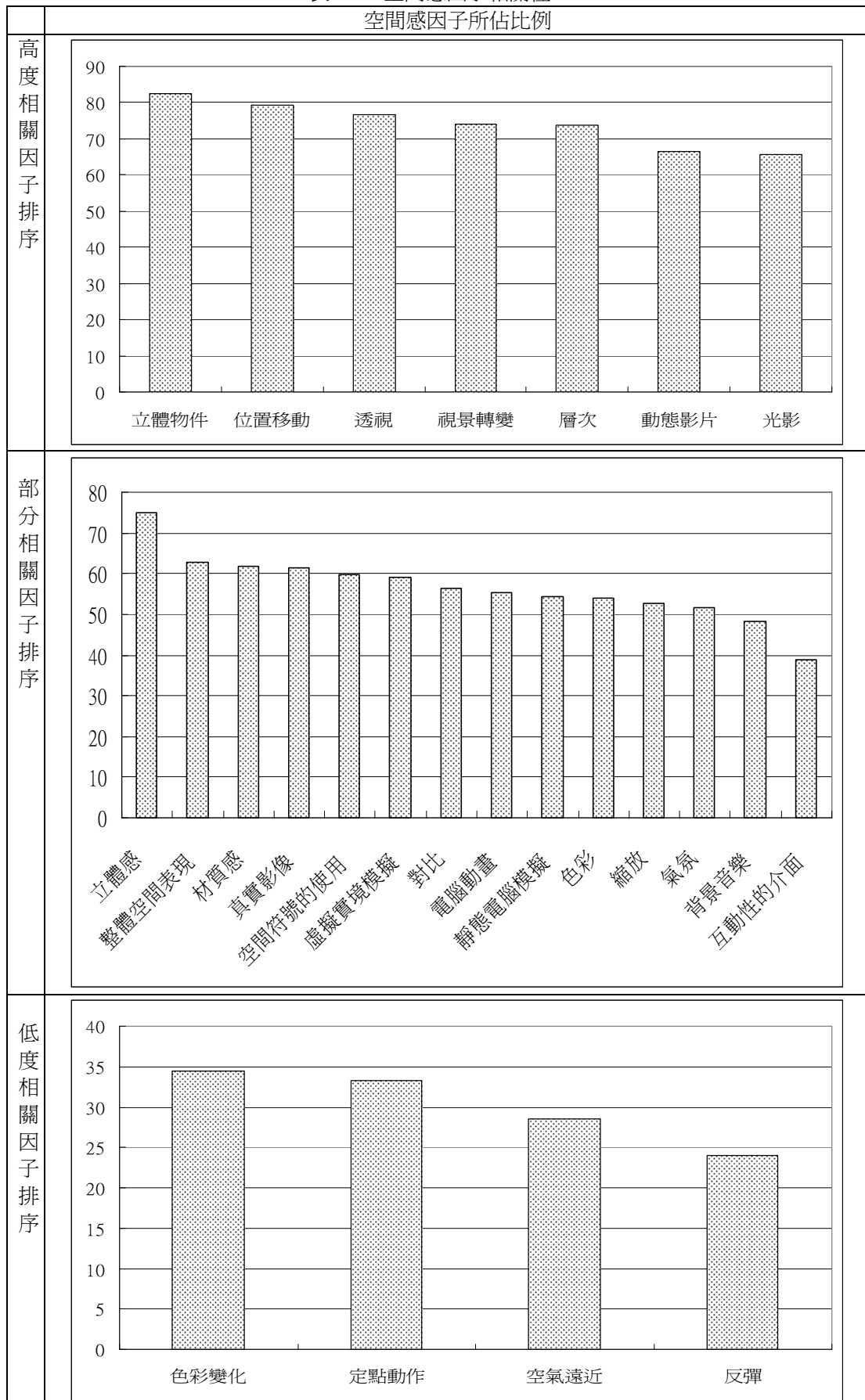


表 4-6：五種媒材的空間感因子百分比的排序。

A 媒材 空間感因子排序		B 媒材 空間感因子排序		C 媒材 空間感因子排序		D 媒材 空間感因子排序		E 媒材 空間感因子排序	
真實影像	96	真實影像	96	電腦動畫	96	立體物件	98.7	虛擬實境模擬	94.7
位置移動	96	位置移動	89.3	背景音樂	86.7	虛擬實境模擬	98.7	靜態電腦模擬	92
空間符號的使用	82.7	動態影片	85.3	材質感	85.3	立體感	97.3	立體感	92
動態影片	78.7	空間符號的使用	82.7	靜態電腦模擬	84	靜態電腦模擬	96	電腦動畫	89.3
視景轉變	74.7	立體物件	80	虛擬實境模擬	82.7	層次	93.3	材質感	86.7
立體物件	66.7	透視	77.3	立體物件	81.3	電腦動畫	92	立體物件	85.3
透視	66.7	視景轉變	74.7	立體感	73.3	材質感	84	透視	84
層次	60	層次	70.7	透視	72	視景轉變	84	層次	84
光影	56	立體感	69.3	氣氛	68	透視	82.7	背景音樂	82.7
定點動作	49.3	光影	66.7	位置移動	66.7	整體空間表現	80	光影	81.3
縮放	48	縮放	60	對比	64	位置移動	78.7	對比	78.7
立體感	42.7	整體空間表現	50.7	色彩	64	色彩	73.3	整體空間表現	78.7
氣氛	42.7	定點動作	48	整體空間表現	62.7	對比	70.7	視景轉變	76
整體空間表現	41.3	互動性的界面	45.3	層次	61.3	光影	65.3	色彩	66.7
色彩	34.7	對比	41.3	視景轉變	61.3	動態影片	53.3	位置移動	65.3
對比	26.7	氣氛	40	動態影片	58.7	縮放	53.3	氣氛	61.3
空氣遠近	26.7	背景音樂	38.7	光影	58.7	互動性的界面	53.3	空間符號的使用	60
背景音樂	26.7	空氣遠近	36	縮放	46.7	真實影像	49.3	動態影片	58.7
材質感	24	色彩	30.7	色彩變化	38.7	氣氛	46.7	縮放	56
互動性的界面	21.3	材質感	29.3	空間符號的使用	38.7	反彈	45.3	互動性的界面	49.3
色彩變化	21.3	色彩變化	25.3	真實影像	28.7	色彩變化	38.7	色彩變化	48
反彈	20	虛擬實境模擬	17.3	互動性的界面	24	空間符號的使用	34.7	真實影像	46.7
虛擬實境模擬	2.7	反彈	13.3	空氣遠近	17.3	空氣遠近	33.3	空氣遠近	26.7
靜態電腦模擬	0	靜態電腦模擬	0	反彈	17.3	定點動作	32	反彈	24
電腦動畫	0	電腦動畫	0	定點動作	17.3	背景音樂	6.7	定點動作	20

註：深灰色為低度相關因子，被選擇的比例皆低於 50%；黑體字為高度相關因子，被選擇的比例皆高於 50%。

經由上述五種媒材的空間感因子之次數分配百分比分析，可得到以下四點結果：

- 一、三組受測者在五種媒材的空間感因子選擇上，所有趨勢線的R平方值皆為1，顯示迴歸趨勢線的預測值與實際資料的統計值吻合，是為確定係數。

二、空間感的高度相關因子有七項：位置移動、動態影片、視景轉變、立體物件、透視、層次與光影；而低度相關因子有四項：色彩變化、空氣遠近、反彈與定點動作。其他13項則為空間感的部分相關因子（如上表4-5）。其中部分相關因子『立體感』因媒材A與C的設計中並無立體效果，而媒材B、D及E有立體效果，所以其百分比會高達70%以上；但從實驗因子來看『立體感』與『立體物件』可同屬一類，因此實驗結果兩類因子歸為『立體物件』。

三、五種媒材的空間因子的個別排序結果（如上表4-6），百分比超過50%的因子數。A媒材有9項；B媒材有12項；C與D媒材各有17項；E媒材有19項。這結果的趨勢線與媒材空間感判斷的趨勢線（圖4-4）吻合，顯示空間感因子數的多寡會影響空間感認知的判斷，亦即空間感越高則因子數越多，兩者成正比。

四、在五種媒材中，七項空間感的高度相關性因子皆有超過50%；而四項低度相關性因子皆低於50%。這結果顯示之前假設的相關性因子分類是具有可信度與依據（表4-5）。

另外，依據資料分析會有以下四點推論：

一、針對背景音樂該項空間因子的設計有假設（參考圖表4-1），在實驗的設計上特別將場景現場收音加到C與E媒材中，結果顯示有八成以上的選擇與較高的因子排序。而D媒材為無聲，結果顯示因子的選擇既低於50%且排序亦最低；A與B媒材則為一般的音樂，結果亦顯示因子的選擇既一樣低於50%且排序也較低。這結果顯示背景音樂是重要的相關性因子，而這也印證Liu (Liu, 2001; Liu et al., 2000; Wong et al., 2001) 的研究認為『聽覺』是數位空間中的特定認知元素，能喚起空間的意象，創造戲劇化的空間經驗 (Tuan, 1977)。因此，空間感的高度相關性因子修正為八項：位置移動、動態影片、視景轉變、立體物件、透視、層次、光影與背景音樂。

二、空間感因子的選擇是要協助我們定義虛擬場所的感覺。初期理論模型指出，虛擬環境的空間知識有位置、路標（地標辨認、路徑的身體穿越感）、俯視（區域的邊界）。就像認知研究者認為場所的感覺是由都市元素的特徵形成 (Horan, 2000)；因此，虛擬環境的地標，是要凸顯物質特徵，如顏色、造型等 (Dodge and Kitchin, 2001)。而實驗結果顯示，在空間感的高度相關性因子中，『立體物件』、『透視』、『層次』及『光影』等四項因子，是屬於物件特徵的視覺表現方式，可歸類為『地標及路徑』的物體之視覺空間因子。空間感的高度相關性因子『視景轉變』，是作為模擬身體穿越虛擬場所時的路徑知識獲取方式，亦是身體與空間互動的特徵之一，作為自我位置的確認。虛擬環境要有三種符號：自身座標的符號，提供定

位及移動的資料；行動中的確認符號，提供視覺與聲音的感知覺察；方向及邊界的符號，作為導引的空間架構參考 (Horan, 2000)。而這正需要空間感的高度相關性因子『位置移動』來協助，因為位置的移動可獲取初期理論模型中模擬身體遊走的路標知識，並透過『視景轉變』來形成俯視的空間知識以界定範圍；也是身體與空間的互動特徵。

三、透過初期理論模型及實驗分析指出：高度相關的空間因子中，視景轉變是屬於互動的特徵，而位置移動是屬於運動的特徵；另外，場景的聲響是屬於聽覺的特徵，也是形成場所的重要事件表現方式。因此，驗證了Liu (Liu, 2001; Liu et al., 2000; Wong et al., 2001) 指出數位空間中的三個特定認知元素：互動、移動及聽覺。

四、空間感的高度相關性因子『動態影片』，是一種記錄空間中的經歷表現，就像初期理論模型中，認知過程的特定『事件』，用以形成虛擬環境的場所感，來儲存對『地方』的長期記憶，協助認知圖的描繪。

表 4-7：空間感知與因子對應的空間屬性。

對應空間屬性分類	空間感知	空間感因子
位置的資訊	身體與空間互動的上、下、左、右、前、後之定位資訊	視景轉變、位置移動
屬性的資訊	地標及路徑上的物件視覺特徵	立體物件、透視、層次、光影
時間的資訊	地方感知的場所事件之記憶現象特徵	動態影片、背景音樂

人類所處的環境其空間資訊能被分成三類：位置上的資訊，如距離、方向的資訊；屬性的資訊，能描述說明所處環境的特徵與喜好感覺；以及時間的資訊，回答事件發生的現象 (Chen and Stanney, 1999; Passini, 1984)。這三類的空間資訊，透過人類的感知資訊與推理知識之整合形成空間知識，提供了我們在空間環境中移動的行為活動。因此，上述的推論結果，可以整理成空間感知與空間性因子的空間資訊對應表（如上表4-7）。

4.3.2 空間感要素的卡方檢定交叉表分析

透過卡方檢定交叉表的資料顯示(下表4-8)，存在有顯著差異的情形。這表示三組不同背景的學生，在25種不同空間因子要素的考慮與五種媒材的感知問題上，存在認知的差異性，這結果驗證了假設：媒材的不同會有不同的空間感因子排序，這是基於不同專業的訓練。但這卻不影響他們對空間感認知的一致性。以下就卡方檢定的資料結果來分析，有以下六點：

一、三組受測者對A媒材（真實場景影片）共有三項顯著，真實影像、動態影片、空氣遠近。

二、三組受測者對B媒材（真實場景立體影片）有兩項顯著，對比、空間符號的使用。

三、三組受測者對C媒材（場景3D動畫影片）有五項顯著，靜態電腦模擬、電腦動畫、定點動作、縮放、空間符號的使用。

四、三組受測者對D媒材（場景3DVR立體影片）有五項顯著，透視、對比、縮放、色彩變化、整體空間表現。

五、三組受測者對E媒材（場景3DVR半沉浸立體影片）有十三項顯著，動態影片、電腦動畫、虛擬實境模擬、透視、對比、光影、色彩、位置移動、立體感、縮放、色彩變化、整體空間表現、互動性的界面。

六、三組不同背景的學生，針對A及B媒材在靜態電腦模擬與電腦動畫的選項上皆無人選擇，因此在卡方檢定的統計資料上變成是常數。

另外，依據資料分析會有以下兩點推論：

一、空間感知越高的媒材則空間感的高度相關性因子數會增加；相對地，在三組受測者間認知差異的顯著情形亦會增加。

二、三組受測者間認知差異的顯著情形，只與她們的專業訓練相關，並不影響空間感知判斷的一致性。因此，空間感因子相關性的排序並不被影響。

表 4-8：卡方檢定交叉表。

空間感因子要素	Pearson卡方漸進顯著性（雙尾）				
	媒材A	媒材B	媒材C	媒材D	媒材E
立體物件	.076	.779	.541	.363	.051
真實影像	.044*	.353	.319	.500	.498
動態影片	.001***	.051	.352	.498	.015*
靜態電腦模擬	常數	常數	.021*	1.000	.114
電腦動畫	常數	常數	.044*	.196	.020*
虛擬實境模擬	.128	.521	.074	.363	.015*
透視	.787	.927	.551	.003**	.000***
層次	.135	.165	.245	.062	.125
對比	.080	.025*	.026	.020*	.020*
光影	.074	.186	.489	.080	.001**
色彩	.161	.143	.062	.148	.002**
空氣遠近	.007**	.499	.298	.186	.412
材質感	.416	.637	.899	.304	.446

位置移動	.353	.571	.787	.728	.005**
立體感	.683	.209	.053	.128	.022*
視景轉變	.611	.112	.064	.409	.416
反彈	.779	.223	.074	.806	.416
定點動作	.101	.326	.008**	.191	.105
縮放	.326	.846	.038*	.003**	.002**
色彩變化	.573	.262	.054	.023*	.003**
背景音樂	.412	.407	.446	.807	.226
氣氛	.683	.846	.191	.807	.125
整體空間表現	.803	.426	.671	.050*	.016*
空間符號的使用	.074	.010*	.004**	.327	.115
互動性的界面	.280	.686	.058	.361	.028*

欄內數值為 Pearson 卡方檢定值，顯著水準” * “表示 $p < 0.05$ ”，** “表示 $p < 0.01$ ”，*** “表示 $p < 0.001$ ”。

4.4 初期理論模型的討論及發展

從受測者在媒材的空間感知實驗中，第五個問題，依照記憶所畫出的認知圖，三組學生針對五種不同媒材的空間呈現，皆可憑記憶繪出所觀看的空間認知圖。而在認知圖的地圖（俯視知識）中皆包括了地標、路徑的知識，並且都是先從地標符號串連成路徑，形成區域的配置路線圖（參考附錄四）。而這也說明了理論模型中的空間知識是透過地標來建立路標知識，以做為路徑的方向依據，然後形成對空間參考架構的俯視知識。

雖然，所有的受測者皆能繪出不同媒材的空間認知圖；但是從媒材的空間感知實驗中，第六個問題『請排列出五種媒材所呈現的空間感之高低順序』的結果（圖4-8），可推論並說明數位環境在提供了探路資訊後，首重自我位置的資訊提供。因為，D及E媒材提供了受測者主動式的觀看資訊，讓他們有身體圍繞感及視點改變的視覺與身體資訊，來確認自我座標系統及轉換在實體空間中的瀏覽經驗。因此，此兩種媒材的環境具有高度空間感的認知；而這也說明理論模型的空間知識階層關係是由上而下，依序是：探路資訊、位置資訊，路標知識，俯視知識。

因此，不同的受測者在實體環境中的空間知識，都能透過視覺圖像的媒材環境，來完成他們自身對虛擬環境的空間感知，亦即形成認知圖描繪出俯視知識。所以在初期模型中，虛擬與實體環境是具有相同的空間認知關係；而空間知識的存在與移轉不會有差異。另外，初期理論模型描述了人在網際環境中，對數位空間認知圖的記憶過程與階層性空間知識是相對應的關係（mapping）；而這個對應的關係是透過圖形界面，所呈現的視覺象徵符號及聲音，來進行空間感知的轉換。

透過媒材的空間感因子要素分析，初期理論模型中的感知圖形界面，其瀏覽行為的媒材輔助特徵，將可被深化為具體的空間感因子（圖 4-34）。在初期理論模型中，圖形界面的設計主要是基於虛擬環境的媒材特性及工具，提供自我座標的定位（Egocentric coordinates）、感知特徵（Perceptual Feature）與空間架構（Spatial Frame），作為瀏覽虛擬環境的輔助。而虛擬環境的媒材特性所要考慮的因子，如空間感因子分析所推論，將以空間感的高度相關性因子，位置移動(position moves)、動態影片(dynamic movie)、視景轉變 (view changes)、立體物件(three-D object)、透視(perspective)、層次(gradation)、光影(light)與背景音樂(background music) 等八項空間性媒材因子，來作為認知模型中，空間感知所對應圖形視覺界面的媒材設計之空間性因子（參上表 4-7）。

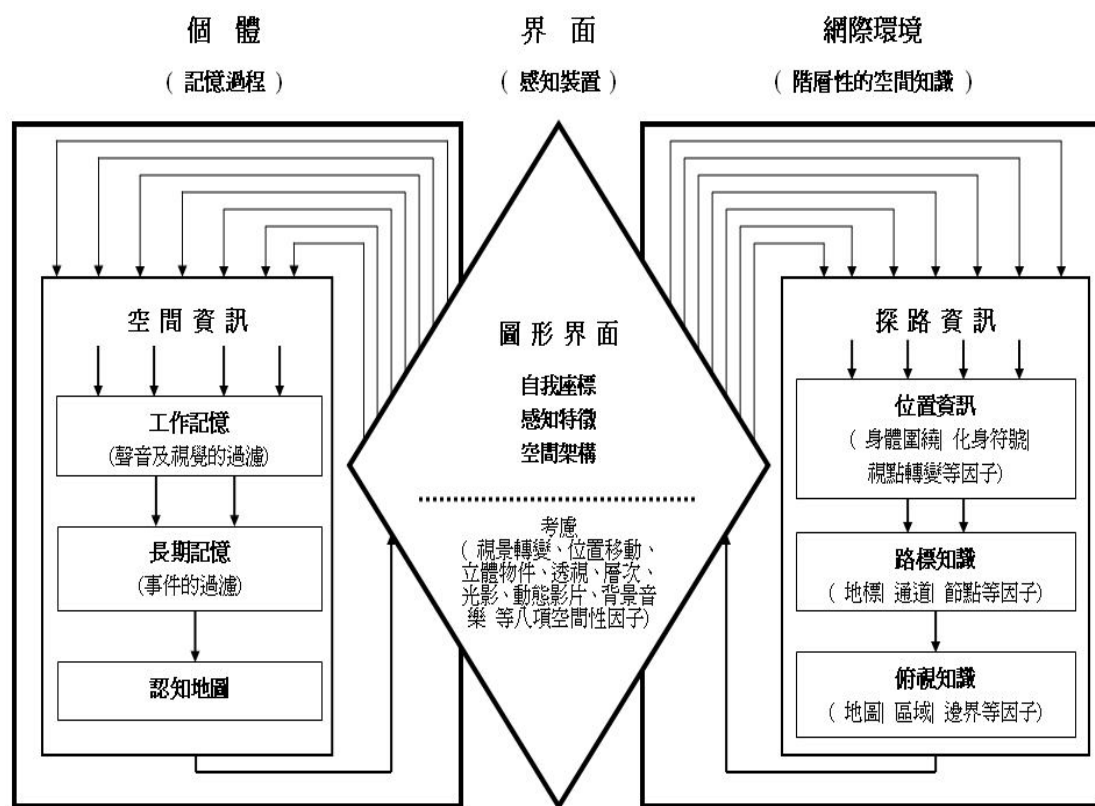


圖 4-34：深化後的網際空間認知模型。

在空間感知與八項空間性因子的空間資訊對應表中，可以將空間性因子分類到圖形界面的自我座標、感知特徵及空間架構中，完整說明深化後的圖形界面在認知記憶與網際環境知識的關係（圖 4-35），以作為下一階段線上數位城市的案例研究分析架構。以下是這關係的三點說明：

- 一、自我座標的計算需要有『視景轉變』的身體與空間互動所提供的位置資訊，以確立上、下、左、右與前、後之關係；以及『位置移動』的方向參考，如地標及路徑上的『立體物件』（Mallot et al., 1998; Raubal and Winter, 2002）。而自我座標的位置資訊，在網際環境的知識中，通常透過化身符號來呈現身體圍繞及視點轉變。而在 Mallot (1998) 的圖形理論指出是屬於認知圖建構中

的工作記憶區。

二、 感知特徵是地方感知的特徵因子，作為感知覺察的輸入，需要有物件與形成場所的事件 (Mallot et al., 1998)。因此需要屬性的『立體物件』、『透視』、『層次』、『光影』以及時間的『背景音樂』與『動態影片』等六項空間性媒材因子，作為場所感的抽象區域訊息；以及位置路徑在方向移動的『視景轉變』與『位置移動』，用以記錄空間的場所感知。因為，感知特徵的結果是要作為方向的導引，所以需要『視景轉變』以確立地標左、右、前、後之視野，並透過『位置移動』，提供地標、通道與節點的路標知識。而在 Mallot (1998) 的圖形理論指出是屬於認知圖建構中的長期記憶區。

三、 空間架構是路徑整合後的地區資訊與視覺編碼，提供作為視角依賴呈現的參考架構 (Albert et al., 1999)。是以抽象地標式的訊息來記錄空間資訊，從複雜地圖到空間原型 (typology) 的過程來建立認知圖 (Solso, 1995)。在概念上，地圖是一種『將場所當作節點、通道、邊緣』的圖表，形成區域及邊界的俯視知識 (Kuipers, 1983)，屬於長期記憶的認知圖。因此需要五項空間性媒材因子：屬性的『立體物件』、『透視』、『層次』來表達空間架構，進行視覺的地圖編碼，以及位置路徑在方向移動的『視景轉變』與『位置移動』，用以記錄整體空間架構。

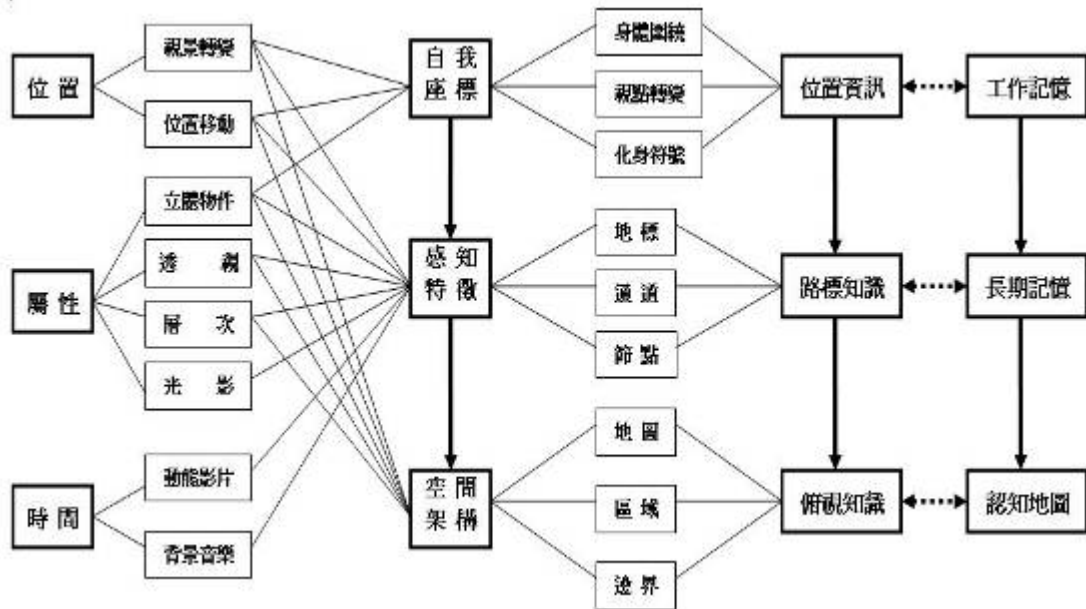


圖 4-35：圖形界面的空間因子在認知記憶與網際環境知識的關係。