

國立交通大學應用藝術研究所

碩士論文

透視一致性之敏感度

Sensitivity to Perspective Inconsistencies



指導教授：陳一平 博士

研究生：林 穎

中華民國九十三年八月

透視一致性之敏感度

學生：林 穎

指導教授：陳一平

摘要

外在環境是具有深度的三維空間，我們依賴各種不同來源的線索建構大腦內的立體影像，而人類從古至今也不斷的研究各種方法，探索如何在二維的平面架構自然寫實三維空間實景。透視法的基本原理在十五世紀即被研究透徹，由希臘羅馬壁畫中的場景到文藝復興時代的數學幾何方法，數學幾何又直迄今日攝影法與 3D 軟體之發展。其發展雖是文藝復興時期西方繪畫的最重大成就，但在大部分重要畫家的作品中均不難找到局部違反透視原則的錯誤。

因此本研究欲針對人對於透視的不一致性之敏感度進行測試，於實驗中製作一點、二點與三點透視立方塊圖形，以及改變觀察軸及移動觀察點等刻意造成畫面中之透視錯誤，做出物件消失點不一致之刺激圖形。消失點變動的方式為水平方向的移動。本實驗要求受試者於一個具有三到四個立方塊物件的畫面中，指出那個方塊的透視點與其餘方塊不同，並利用簡單迴歸進行分析。

研究結果指出 (1) 消失點的變動是在水平方向移動，則受試者對於此偵錯作業的表現都非常不理想，僅在三點透視的情況能夠勉強高於猜測的答對水準，一點與二點兩點透視的情況與猜測機率無異。(2) 消失點移動的絕對量對於偵錯作業的難易程度之預測力薄弱。

本研究的結果顯示人對於透視錯誤，特別是多元消失點在水平方向共線的類型錯誤非常不敏感。此外，本研究亦針對幾點透視、軸的改變與移動單位作為因子進行三因子與雙因子變異數分析，以理解變數間對透視敏感度的影響關係，分析得知畫面中消失點不一致的線索越多及錯誤消失點與原消失點的距離差距越大，受測者更能觀察的出來錯誤。

本研究結果可加深我們對深度知覺的瞭解也可提供未來在藝術與設計的透視學的應用參考。

關鍵詞：

透視法、線性透視、消失點、視點、透視知覺、投影法、幾何學



Sensitivity to perspective consistency

Student: Ying Lin

Adviser : I-Ping Chen

Summery

Although the principles of linear perspective have been understood by artists since the 15th century, inconsistencies in perspective can be found in paintings produced since then. However, most perspective errors go unnoticed without close scrutiny. We propose a systematic evaluation of our sensitivity to errors in perspective in a picture. The stimuli were pictures of blocks conforming to one of the perspective rules (single-point, two-point, or three-point perspective). The participant had to pick out a target block that did not agree with the others in perspective. The picture of the target block was taken at a different shooting angle from that of the other blocks. The camera settings for shooting the target were manipulated by moving the camera (i) laterally, (ii) forwards/backwards, and (iii) in rotation. We found that the ease of error detection increased with conditions in the above order. The performance in the single-point perspective condition was only slightly better than chance. The correlation between the absolute displacement of the vanishing points and the performance was evident only within condition. The results indicate that the type of error, or the number of available cues are more important than the magnitude of error in accounting for error detection performance.

Keyword :

perspective 、 linear perspective 、 vanishing point 、 view point 、 perspective perception 、 projection 、 geometry

目錄

第壹章、緒論	1
1.1、研究背景.....	1
1.2、研究動機.....	3
1.3、研究目的.....	5
1.4、研究流程.....	6
第貳章、文獻探討.....	7
2.1、視覺系統.....	7
2.1.1、視覺系統.....	7
2.1.2、雙眼立體視覺.....	9
2.2、空間認知—深度知覺.....	10
2.3、視發展與藝術史—藝術史上的透視法.....	11
2.3.1、喬托.....	12
2.3.2、布魯內利斯基.....	13
2.3.3、馬薩其奧(Masaccio).....	15
2.3.4、阿爾貝蒂.....	18
2.3.5、烏切羅.....	25
2.3.6、法藍契斯卡.....	26
2.3.7、達文西.....	27
2.3.8、杜勒.....	30
2.4、基本透視圖學.....	31
2.4.1、透視圖學—投影理論.....	31
2.4.2、線性透視—一點透視、二點透視、 三點透視.....	33
第參章、實驗設計與方法.....	35
3.1、實驗設計.....	35

3.1.1 刺激圖形的設計.....	35
3.1.2 刺激圖形的分類.....	45
3.2、實驗環境.....	46
3.2.1 受測人員.....	46
3.2.2 實驗環境.....	46
3.2.3 硬體環境.....	46
3.2.4 軟體環境.....	46
3.3、實驗程序.....	47
3.3.1 實驗進行.....	47
第肆章、資料分析.....	48
4.1、統計分析.....	48
4.1.1、三因子變異數分析.....	48
4.1.2、雙因子變異數分析.....	51
4.1.3、迴歸分析.....	61
第伍章、結論與建議.....	67
5.1、分析結果討論與意涵.....	67
5.2、研究限制.....	72
參考文獻.....	73
一、中文部分.....	73
二、英文部分.....	74
三、網站部分.....	75

圖目錄

圖 1-1	The Angel Appearing to St.Anne °	2
圖 1-2	The Arnolfini Marriage °	4
圖 1-3	The Arnolfini Marriage 的四個消失點 °	4
圖 1-4	研究流程 °	6
圖 2-1-1	眼睛 --- 相機的成像路徑 °	7
圖 2-1-2	眼睛構造 °	8
圖 2-1-3	相機焦距與視角對照圖 °	8
圖 2-1-4	遮蔽物形成的單眼視區 °	9
圖 2-2-1	深度線索的分類 °	10
圖 2-3-1	Jesus Before the Caif' °	12
圖 2-3-2	透視繪圖法 °	13
圖 2-3-3	上視圖、正視圖、側視圖 °	14
圖 2-3-4	布魯內利斯基的 Peepshow °	14
圖 2-3-5	神聖的三位一體 °	15
圖 2-3-6	神聖的三位一體的消失點 °	15
圖 2-3-7	神聖的三位一體的立體深度示意圖 °	16
圖 2-3-8	聖沙提羅教堂 °	17
圖 2-3-9	教堂的平面圖 °	17
圖 2-3-10	Muses °	18
圖 2-3-11	Alberti's Window °	19
圖 2-3-12	棋盤路面為一個 5X5 正方形 °	20
圖 2-3-13	為棋盤路面、視點與畫面的相對位置 °	20
圖 2-3-14	上視圖 °	20
圖 2-3-15	.....	21

圖 2-3-16	.....	21
圖 2-3-17	.....	21
圖 2-3-18	.....	22
圖 2-3-19	對角線連線為直線。.....	22
圖 2-3-20	Alberti 的棋盤路面結構。.....	23
圖 2-3-21	.....	24
圖 2-3-22	聖羅馬諾的戰役。.....	25
圖 2-3-23	The Flagellation。.....	26
圖 2-3-24	The Flagellation 觀測距離。.....	27
圖 2-3-25	達文西透視法。.....	28
圖 2-3-26	蒙那麗莎的微笑。.....	29
圖 2-3-27	天使報喜。.....	29
圖 2-3-28	杜勒的透視法。.....	30
圖 2-3-29	杜勒的繪圖裝置。.....	30
圖 2-4-1	投影法的分類圖。.....	32
圖 2-4-2	透視投影。.....	33
圖 2-4-3	平行投影。.....	33
圖 3-1-1	賽尚的水果籃以及畫中所用的視點位置。.....	35
圖 3-1-2	.....	36
圖 3-1-3	.....	37
圖 3-1-4	輸出圖。.....	37
圖 3-1-5	流程圖一。.....	38
圖 3-1-6	流程圖二。.....	38
圖 3-1-7	刺激圖形的分類。.....	45
圖 3-1-8	刺激圖形分類。.....	46
圖 4-1-1	三因子變異數分析流程圖。.....	49
圖 4-1-2	雙因子變異數分析流程。.....	50

圖 4-1-3 迴歸分析。.....62
圖 4-1-4 一點透視的線性迴歸。.....64
圖 4-1-5 二點透視的線性迴歸。.....65
圖 4-1-6 三點透視的線性迴歸。.....66



表目錄

表 4-1-1	本研究三因子變異分析之 總檢定與交互效果檢定結果。.....	49
表 4-2-1	雙因子變異分析之 總檢定與交互效果檢定。.....	51
表 4-2-2	幾點透視與軸的改變之 雙因子變異數分析結果。.....	53
表 4-2-3	軸的改變與移動單位之 總檢定與交互效果檢定。.....	54
表 4-2-4	軸的改變與移動單位之 雙因子變異數分析。.....	56
表 4-2-5	幾點透視與移動單位之 總檢定與交互效果檢定。.....	57
表 4-2-6	幾點透視與移動單位之 雙因子變異數分析結果。.....	60
表 4-2-7	迴歸模式結果之簡表。.....	63

第壹章、緒論

1.1、研究背景

深度知覺對於生活在三維立體世界的動物非常重要，因為空間的知覺能力直接攸關於我們的生死存亡。深度知覺會告訴我們物體在哪、距離我們多遠、大小為何、前後關係...等等空間訊息。現實生活上的立體知覺攸關個體生存，運用深度知覺線索創作在平面上的立體感覺更是隨時隨地應用在藝術品與平面設計中。從遠古至今，不論是壁畫、繪畫、圖表、漫畫、一直到攝影術的發明、電影、3D 動畫，不管我們的目的是在闡述理論觀念、解說作品、創作、描述事情、或是傳達訊息等，經常需要在 2D 平面上複製 3D 的「真實感」，此處的真实感不只是指質感、外型、顏色...上的維妙維肖，更包括對於空間關係的真实描述，也就是讓我們覺得平面所見的影像看起來就是我們在生活中週遭隨處可及的景象。不論在平面上重現真实的表現風格及運用媒材為何，都是免不了運用到「透視」的技巧，即使是特意製造畫面上物體的透視衝突、不合理的表現，也都離不開對透視技巧的操弄，透過透視可以巧妙地將二維平面幻化為具有三維立體的空間感受。

過去藝術家致力於瞭解深度知覺的線索，並把這些線索轉換為透視法則表達在畫布中，用畫布表現立體的世界。至少在西元前七世紀，人類就注意到物體會因為距離增加而明顯縮小，也就是物體投射在我們視網膜上的影像尺寸之變化。依據亞述帝國的刻板上的故事記載：有一位 Etana，在神鳥的背負下飛上女神 Ishtar 的天庭寶座，清楚的注意到地球越變越小，最後消失在一個消失點上 (Wright, 1983)。在幾千年後希臘哲學家 Democritus 和 Anaxagoras 發表了第一篇和透視有關的論述制訂了線性透視的規則：一旦確定了中心視點後，所有的線條都必須集合在此視覺目光的投影點上，如此一來就會產生遠近效果。

中古世紀間藝術家喬托（1266-1337）深入思考要如何使繪畫看起來更加的寫實，在「天使顯靈於聖安納（The Angel Appearing to St. Anne，圖 1-1）」一畫中，可看出他試著運用線性透視來來創造出一種真實感。



圖 1-1 The Angel Appearing to St. Anne

直到十五世紀至十六世紀文藝復興時期，繪畫藝術力圖自然寫實，一幅畫就要像是透過窗戶來看物體一樣，藝術家們逐漸發展出一套可以相當有效表現立體感的手法，也就是透視法（perspective）。當時的布魯內利斯基（Filippo Brunelleschi）努力研究透視的數學原理，阿爾貝蒂（Leon Battista Alberti）則關心如何利用線性透視來創造幾何正確的圖畫，而馬薩其奧（Masaccio）、布拉曼帖（Bramante）對於教堂

壁畫也有新的詮釋方法，在文藝復興盛期的達文西(Leonardo da Vinci)對於透視法的解釋更是完整，他設計有格的窗戶以便能精確的表現透視，

他也將透視區分為線性透視與大氣透視法，在本研究關心的重點與線性透視的原則較為相關。

1.2、研究動機

在人類感官知覺－視覺、聽覺、嗅覺、味覺、觸覺當中，視覺是為聯繫外在世界最重要而敏銳的窗口。這是一個立體的世界，當我們經由眼睛接收三維世界的訊號時，視覺訊號進入眼睛並投影到視網膜上，成了二維的平面影像，而我們的大腦解讀兩眼上二維影像，再重新建構三維的真實世界，Robert L. Solso (1994) 提過，這是一個「3D/2D/3D」的問題。人類用來偵測深度的線索非常多，深度知覺的線索區分為雙眼及單眼線索，不同線索下有不同的貢獻。科學家及藝術家很早就開始著手研究立體知覺的產生，以及要如何在 2D 畫布上重現 3D 立體知覺，這等於是在畫布上利用不同的圖示線索，把模擬網膜上的 2D 平面影像經由大腦建構成 3D 的立體知覺，這就變成是一個「3D 世界/2D 畫面/2D 網膜/3D 立體知覺」的問題了。在這種轉換當中，人眼對於透視錯誤的容忍度，以及對局部消失點改變的靈敏度是本研究所感興趣的地方。

線性透視法 (linear perspective) 是根基於數學幾何系統在平面上建構空間的方法。我們可以在古典作品中發現部分作品因為執著於透視法的幾何正確性而忽略了其他造型與審美的考量，就會喪失了作品本身的藝術性。好的寫實作品並不是畫面中透視技法都正確，而是為了美感而營造反透視的效果。理解深度線索及透視法的原理，可創造出包含了錯誤的透視法技巧和缺點的好作品。梵谷 (Van Gogh) 曾在

寫給弟弟的書信中說到：如果我的畫太過完美是會令我自己感到洩氣的，我不想追求刻板的正確，我渴望追求的是那些所謂的不準確、不規則且能反映出那些在現實中的變化，我希望能表現出比表面事實更多的真實 (Parramon, 1997)。文藝復興時期畫家們雖然都是以寫實的透視畫法為目標，但是仔細分析當中的作品，並不全是完全正確的透視法，這是否因為畫家本來的用意？就像如同梵谷的自述；或者是在作畫時不自覺的錯誤。如同畫家凡愛克 (Jan van Eyck) 的作品「The Arnolfini Marriage, 圖 1-2」，畫中不論是光線或任一地方的細節都描繪的維妙維肖，尤其是他所創造出的立體假象更是寫實，連在人物後被鏡子扭曲的空間都細緻的描繪出來，畫中使用透視法畫成的立體空間似乎都是正確的，但進一步的研究發現，這位藝術家在這幅畫中使用了至少四個消失點 (Solso, 1994)，如圖 1-3 所示，但是我們並不能馬上發現。



圖 1-2 The Arnolfini Marriage

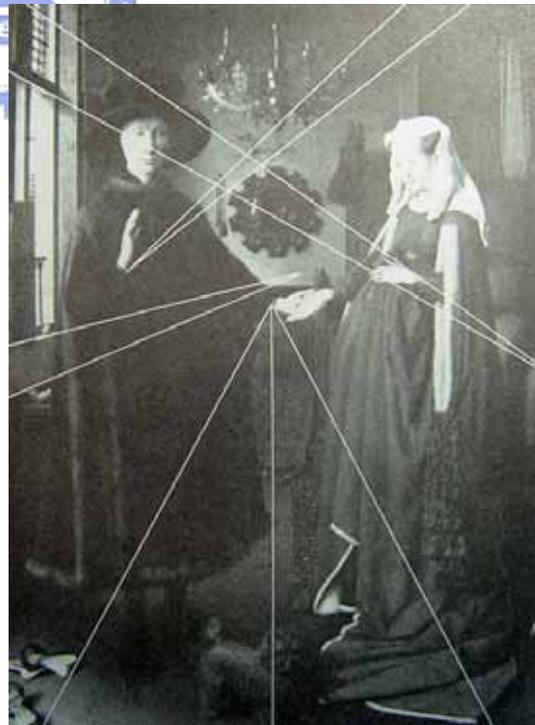


圖 1-3 The Arnolfini Marriage
的四個消失點

由於空間內物體的改變對於習慣 3D 立體環境的我們而言，存在著太多的線索讓我們可隨時在大腦內調整我們在視網膜上所看見的物體大小、顏色、形狀等之一致性。人類在看物體時，空間景象投影在網膜上影像，其中的消失點不只有一點而已，並且也因為人在觀察物體時並不是靜止不動的，消失點一直在改變，所以 3D 世界景象直接進入 2D 網膜所產生的並不是定格的影像，但是人並不會因 2D 網膜上的透視消失點的一直移動而感到不適。因此人眼一直在接收複雜的透視情況，而人類對於 2D 畫布上重現 3D 立體知覺的透視消失點的不一致敏感度又是為何？在之前所提的「The Arnolfini Marriage，圖 1-2」一圖中，我們並不能馬上察覺到消失點的不一致，所以本論文希望對透視的知覺做進一步研究，希望藉由此實驗來得知人類透視知覺的靈敏度。



1.3、研究目的

基於以上的研究背景、研究動機以及相關文獻對，本研究整理出幾點目的，列至下列幾點說明之。

- (一) 探討人對於同一畫面中透視消失點不一致的敏感度。以幾點透視（一點、兩點、三點之三構面）、移動單位（10、20、30 個移動單位，用來改變同一狀況下的消失點移動距離）、以及軸的改變（X、Y、Z 三構面）..等變數來加強畫面中透視錯誤（消失點的不一致）。
- (二) 觀察透視知覺靈敏度與變數：「幾點透視、移動單位、軸的改變.. 等」各種情況下的正確反應率。

1.4、研究流程：

下圖為本研究進行之研究流程：

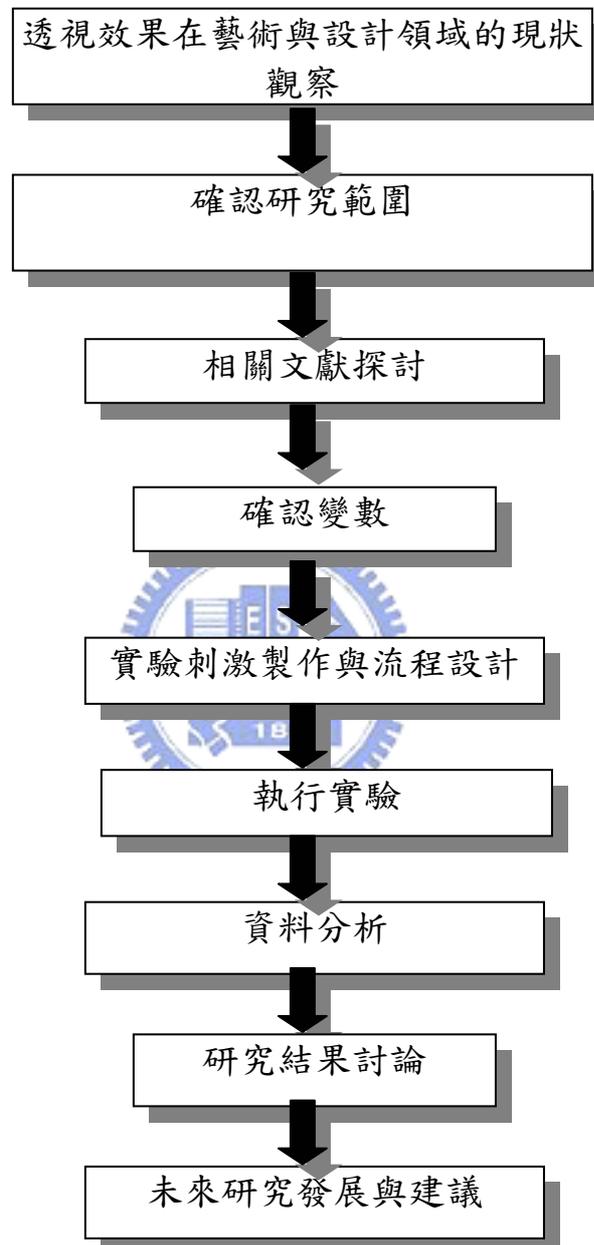


圖 1-4 研究流程

第貳章、文獻探討

2.1、視覺系統

2.1.1、視覺系統

眼睛是視覺的接受器官，外界的光線刺激透過眼睛成像在視網膜，轉變成神經訊號，我們進而可以「看見」外界。以相機來說，外界的光線透過光圈、透鏡成像在底片上，跟我們的眼睛成像路徑相似如圖 2-1-1 所示，因此眼睛的構造經常被比喻成一部相機。

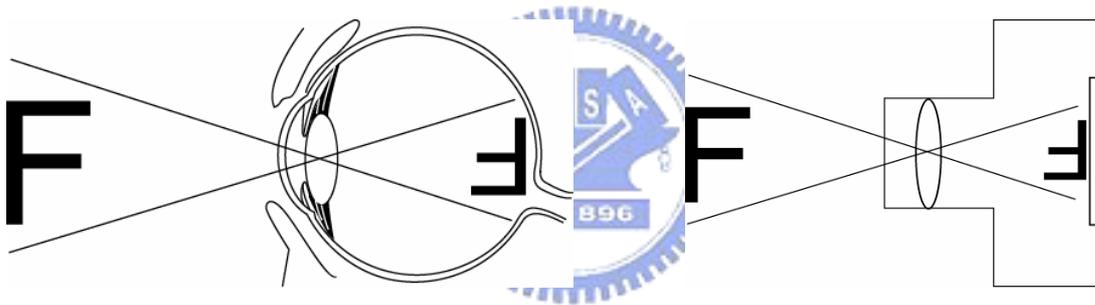


圖 2-1-1 眼睛 --- 相機的成像路徑

以下為 眼睛 --- 相機 的相對應及眼睛構造，圖 2-1-2：

1. 角膜 (cornea) --- 透鏡：角膜是一層堅韌透明的膜狀組織，覆蓋在眼球的正前方，成像能力較好，角膜和空氣的折射係數不同，光線如同被凸透鏡折射般，進入眼球內部。
2. 虹膜 (iris) --- 光圈：用來調整光線進入量
3. 瞳孔 (pupil) --- 光圈：瞳孔是虹膜中心的圓形開口，透過瞳孔的收縮或擴大，可以調節光線進入眼睛的量。
4. 水晶體 (lens) --- 透鏡組：水晶體主要功能在對焦，其具有彈性，透過水晶體周圍的纖毛肌 (ciliary muscles) 伸縮可以改變水晶體

的曲率，使眼睛得以針對不同的距離改變焦距。

5. 視網膜 (retina) --- 底片: 透過以上的折射成像後照射在視網膜上所形成的影像，是上下左右顛倒的。

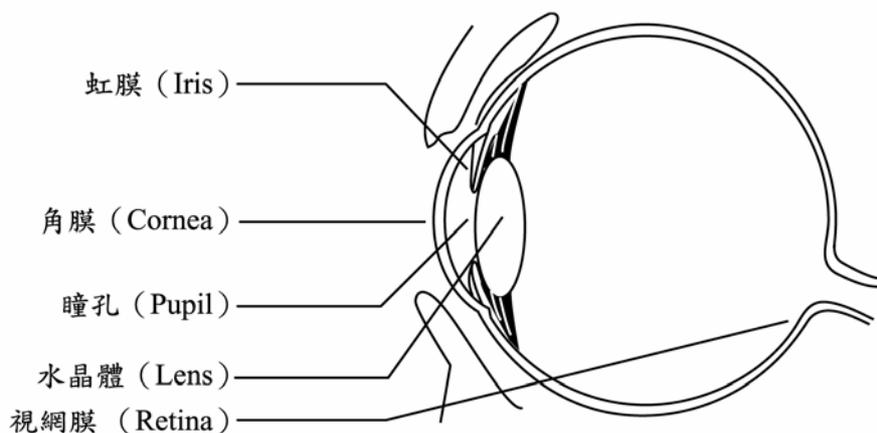


圖 2-1-2 眼睛構造

視野範圍：人的視角範圍約 40-45 度，不算眼角餘光，下圖為相機的視角與焦距的對照圖，所以要以相機照出人所能見的視角，約為 50MM。

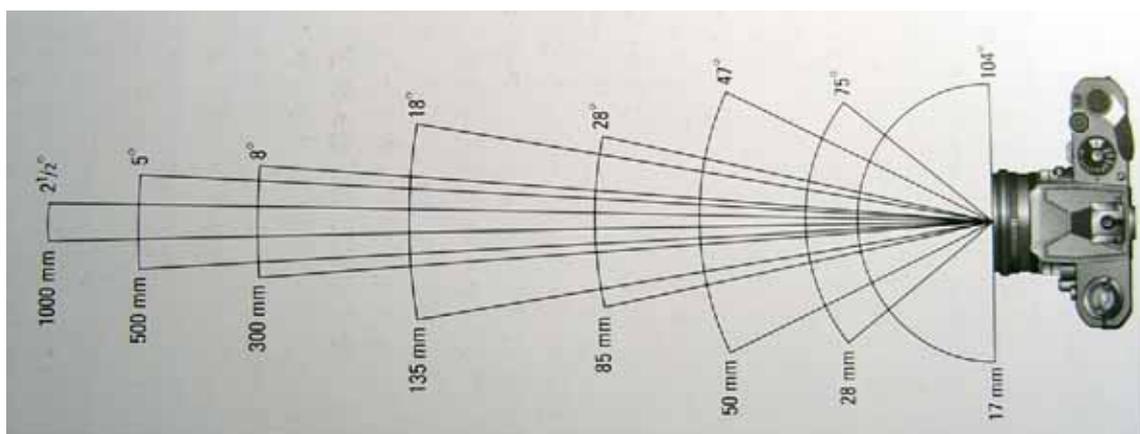


圖 2-1-3 相機焦距與視角對照圖

因為在實驗中所需的透視圖形皆是由相機代替眼睛視點來繪製透視圖形，所以由以上的說明以相機比喻成眼睛，將像機調成最接近人類觀看物體的視野，但實際上眼睛成像過程要比像機複雜許多。

2.1.2、雙眼立體視覺

生物演化上脊椎動物分成了兩種情形，一種是眼睛在頭的兩側，屬於此種的生物多半在食物鏈中被獵殺的層級，多為草食性，其優點是視野廣大較無死角，能注意各方位是否有獵食者的接近。而另一種就是眼睛在頭的前側，多為肉食性動物及靈長類，也因為是肉食性所以必須要捕捉獵物，對物體距離遠近的感覺相當的重要。而這種兩隻眼睛在頭的前側，其優點就是兩眼所獲取的視野有很大的重疊，造成的雙眼視區 (binocular visual field)，兩眼所看到影像會有所不同，同時兩眼所見的區域的某些地方是只有一眼能見，而另一眼看不見的區域如圖，AB 為遮蔽物，Lo 為僅能左眼看見的區域，Ro 為僅能右眼看見的區域，如此僅能由單眼所見的區域對於立體視覺形成相當重要。因為兩眼所得到訊息整合後就形成所謂的雙眼立體視覺(Binocular Stereopsis)。

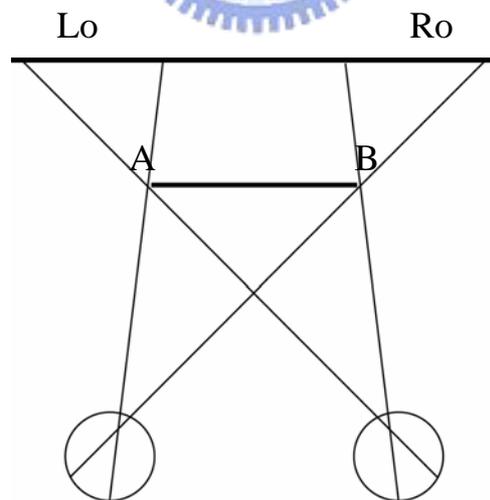


圖 2-1-4 遮蔽物形成的單眼視區

2.2、空間認知—深度知覺

視覺在統合了蒐集自真實環境的線索後，經過一連串運算處理讓我們得知這世界是什麼樣子，即使我們視網膜上的影像不斷地改變，但是我們仍能維持穩定的知覺。我們的周遭環境，桌子、圍牆、窗戶方格等等，它們在我們的視網膜上形成精確而有深度的一幅影像，這些東西都因為不同的距離、深度而在視網膜上形成不同的視覺。

由圖 2-2-1 看的出來深度感知的原理，也就是人眼能用來創造立體世界的線索的分類。

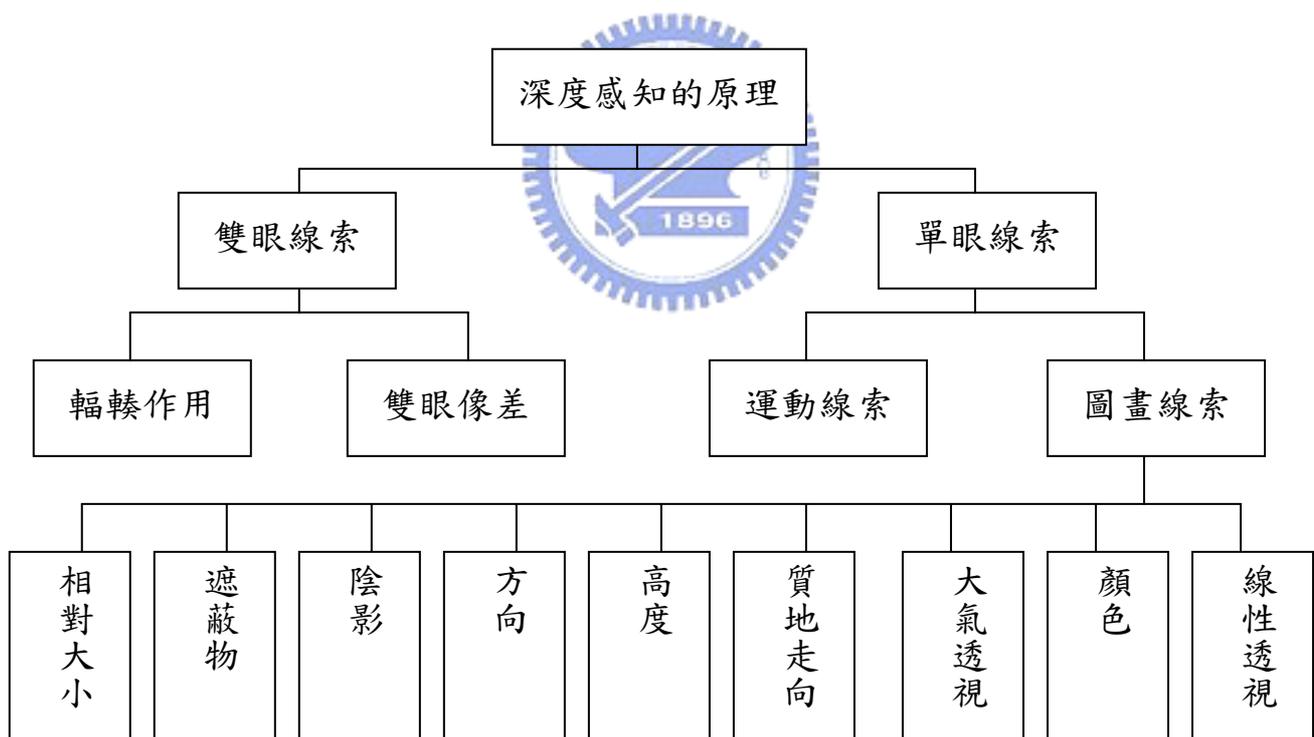


圖 2-2-1 深度線索的分類(Solso, 1994)

形成深度感知線索依照來源分成主要兩大項，即雙眼線索和單眼

線索。雙眼線索就是在上一節 2.1.2 所提到的，由於雙眼視網膜所得到的影像是不一樣的，而些微像差便會轉換成深度的線索。另外在日常生活中人對物體深度的感覺，似乎由其它線索也能感受得到，因為失去一隻眼睛的人仍然還是有立體知覺，知道物體的前後關係。但是若是只利用單眼是沒辦法正確且快速的知道物體正確的深度位置，並當在需要分辨近距離物體的遠近關係時更是困難。用一個小實驗來說明，當閉起一隻眼睛時，左右手各拿一枝筆，要把兩筆的筆尖一次就相互觸碰到，是相當不容易的一件事。

單眼線索即由單眼所獲得的線索，在日常生活中單眼線索是一種強而有力的立體知覺線索，利用這些線索來判斷生活周遭物體的相對位置，甚至判別平面圖畫中圖案物件的相關立體位置，觀看此線索通常也是用兩眼觀看，而不管是在使用單一隻眼還是兩隻眼睛所觀察到的單眼線索對深度的感知都是一樣的。單眼線索分成兩種，一種是圖畫線索而另一種為運動線索，其中的圖畫線索大量的存在於藝術之中，像是畫家呈現在畫布上面作品，對我們的視覺刺激即是單眼線索的圖畫線索，許多的藝術家會用許多不同的圖畫線索來表達深度。上表中單眼線索的圖畫線索能大概分成幾大類：線性透視、顏色、大氣透視、質地走向、高度、方向、陰影、遮蔽物、相對大小等幾項。

2.3、透視發展與藝術史—藝術史上的透視法

藝術史上的透視法

文藝興時期藝術家們把描述現實世界作為繪畫的目標，研究如何把三維的現實世界繪製在二維的畫布上。他們研究繪畫的數學理論，建立了早期的數學透視法思想，並且這些工作成為十八世紀投影幾何的起點。其中最著名的代表人物有：義大利的達文西(Leonardo da

Vinci)、阿爾貝蒂 (Leon Battista Alberti)、法藍契斯卡(Piero della Francesca)、喬托 (Giotto)、烏切羅 (Paolo Uccello)、德國的杜勒 (Albrecht Durer) 等人。

2.3.1、喬托 (Giotto)

喬托致力於創造可以擬真的空間幻覺。他意識到了深奧的視覺影響，希望能呈現更具說服力的視覺表現，後來成為文藝復興藝術的標竿。像是羅倫傑提 (Lorenzetti) 就是喬托的忠實信徒。

喬托的「Jesus Before the Caif」，圖 2-2-1」一畫中，天花板部分呈現喬托的聚合透視之運用，他認為所有的線條必須集合在投影點上，就像大自然中所發生的情形一樣 (Parramon,1997)。然而，天花板的消失點與 Caif 的講台卻是不一致的，講台是平行、無消失點的透視。幾何分析展現出喬托已表現出聚合平行的概念，但沒有使用精確的消失點，而是以直覺方式去表現空間感。

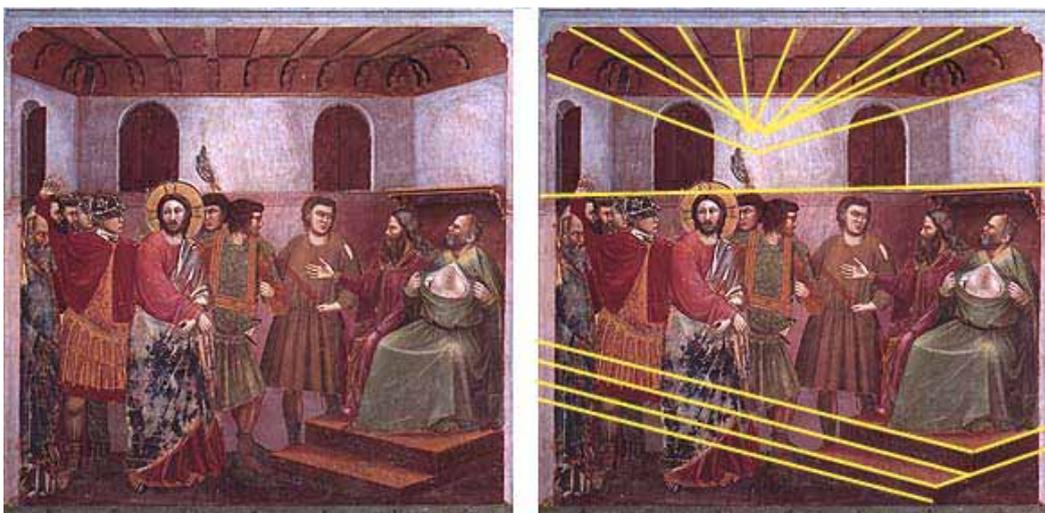


圖2-3-1 Jesus Before the Caif'

2.3.2、布魯內利斯基(Filippo Brunelleschi)

布魯內利斯基(Filippo Brunelleschi)的 Peepshow—透視法的發明人，也是第一位精確利用中央消失點的建築師，其最有名的就是佛羅倫斯大教堂的圓頂建築，並且發明了一套有效的透視繪圖法，就是以一張平面圖（上視圖）及正視圖，兩者的平行線相交就可以畫出一張完美的透視圖如圖 2-3-2 所示。

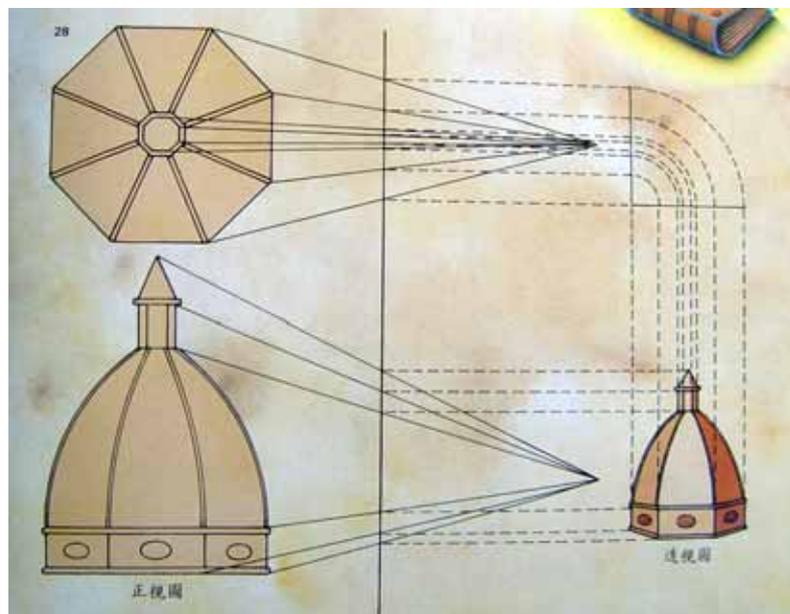


圖 2-3-2 透視繪圖法

布魯內利斯基也建立了三個基本要素：上視圖、正視圖、側視圖，圖 2-3-3。

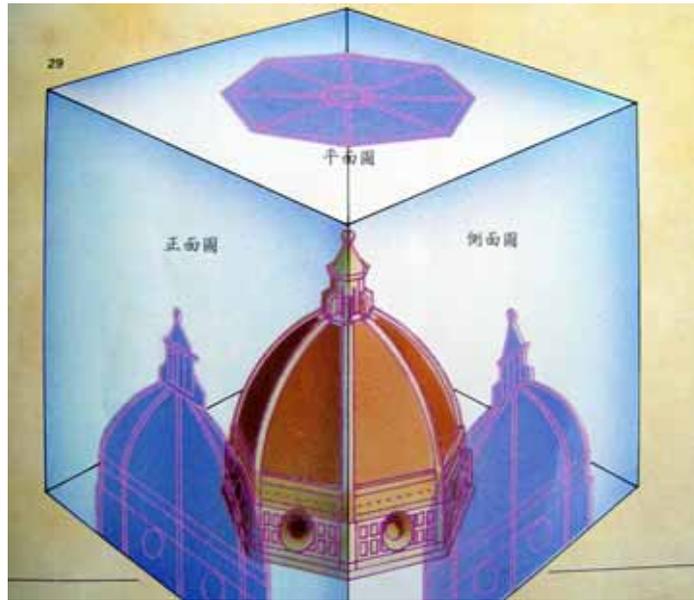


圖 2-3-3 上視圖、正視圖、側視圖

至於布魯內勒斯基的 Peepshow 的原理如下他畫了一個約三十公分大小的正方形的聖喬凡尼 (Saint Giovanni) 廣場的景象，然後他在他與自己的視線和中心視點一致的中央位置挖了一個洞，把圖放在人跟鏡子中間，人眼緊貼著畫上的孔，透過孔看鏡子當中的畫的反射，鏡子必須要放在距離的正中央才能達到效果。從圖 2-3-4 所示，當觀眾的觀看角度與藝術家繪圖時的角度一致時就會產生這種效果，這樣使畫反射到鏡子上如此一來觀眾會認為自己所看到的景象是真的。

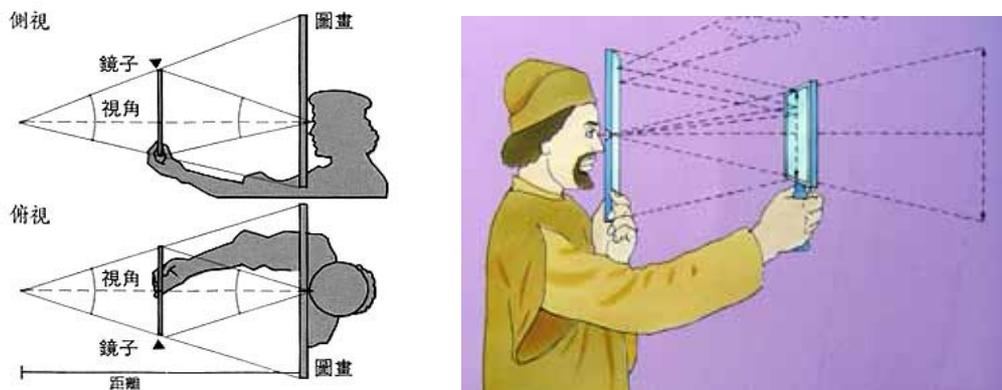


圖 2-3-4 布魯內利斯基的 Peepshow

在此布魯內勒斯基真正重要的事情是他意識到了視點的重要性及視點是如何與圖畫中的消失點和現實中平行線產生的消失點吻合，瞭解到除了畫布上以外，現實中所有平行在同一平面上的直線都應該有單一個消失點。

2.3.3、馬薩其奧(Masaccio)

馬薩其奧創作了與實景融合在一起的教堂壁畫，將平面的教堂壁畫繪製到看起來就像是真的空間一樣，著名的作品就是那幅在視覺透視上以平行透視法精準呈現的作品「神聖的三位一體 (The Holy Trinity)」，圖 2-3-5」

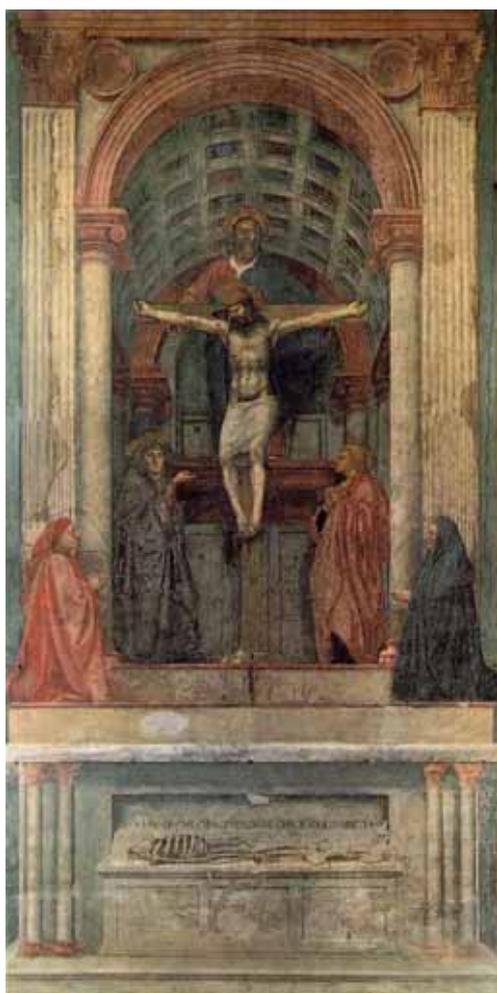


圖 2-3-5 神聖的三位一體



圖 2-3-6 神聖的三位一體的消失點

這幅繪畫經過仔細的計畫和計算讓透視的消失點匯聚在一點上，從圖 2-3-6 中看出人的視線剛好為聖壇上方一點，並且視線為平視，等於是在看一幅與實體一比一的平面壁畫，如圖 2-3-7 所示，因此在看此幅畫時就會有實體的空間感跟深度。另外畫面中的人物若是照真實透視畫製的話，A、B、C、D 在畫面中的大小應該要是 D 為最大、A 為最小遞減下來，但是畫面中人物的大小卻又都一致並沒有分別，所以就有人物跟背景圖分離的感覺就像是人物是用貼上去的。

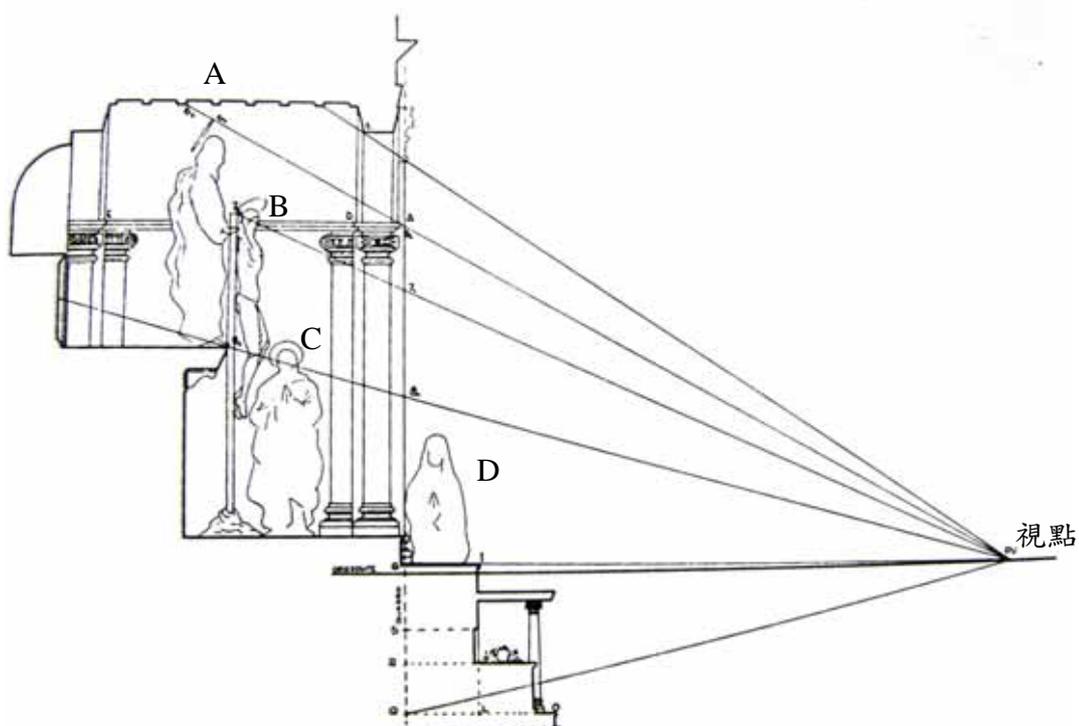


圖 2-3-7 神聖的三位一體的立體深度示意圖

而有使用著相同的效果的畫家也包括布拉曼帖 (Donato Bramante) 在米蘭的聖沙提羅教堂，就是利用線性透視所造成的視覺效果。在圖 2-3-8 中看起來並沒有什麼不一樣的地方，與其它教堂一樣，但是那個看起來有深度的半圓其實是壓縮在一個很小的空間，而圖 2-3-9 為該教堂的上視圖，若比較兩張圖其中箭頭的部位，是同一根柱子，布拉曼帖畫出高度逐漸削減的柱子，並且有同樣的消失點，來製造出視覺

的假象，因此在教堂繼續走向壁畫的話，那麼視覺的詭計就會消失，就會很容易分辨真偽了。



圖 2-3-8 聖沙提羅教堂

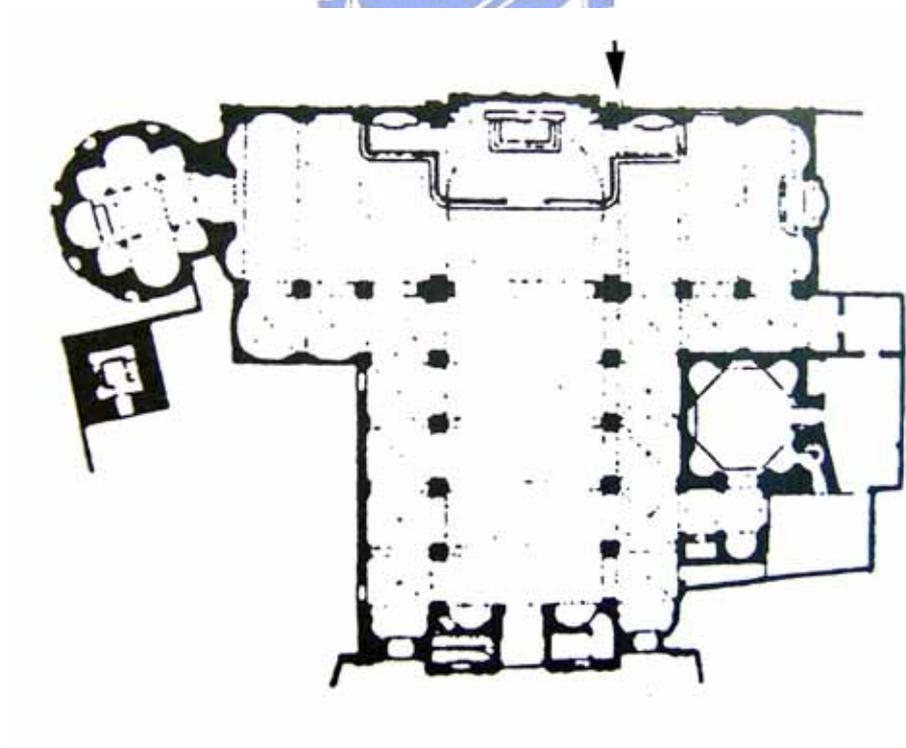


圖 2-3-9 教堂的平面圖

而現代畫家 Kurt Wenner，也利用線性透視法繪製一系列的公共藝術如圖 2-3-10，欣賞這些畫以及上述的教堂壁畫時，觀者都必須要在一定的位置觀看才能達到效果，要不然看到只會是扭曲的畫面，或是一張普通的壁畫，沒有辦法與實景融合在一起。

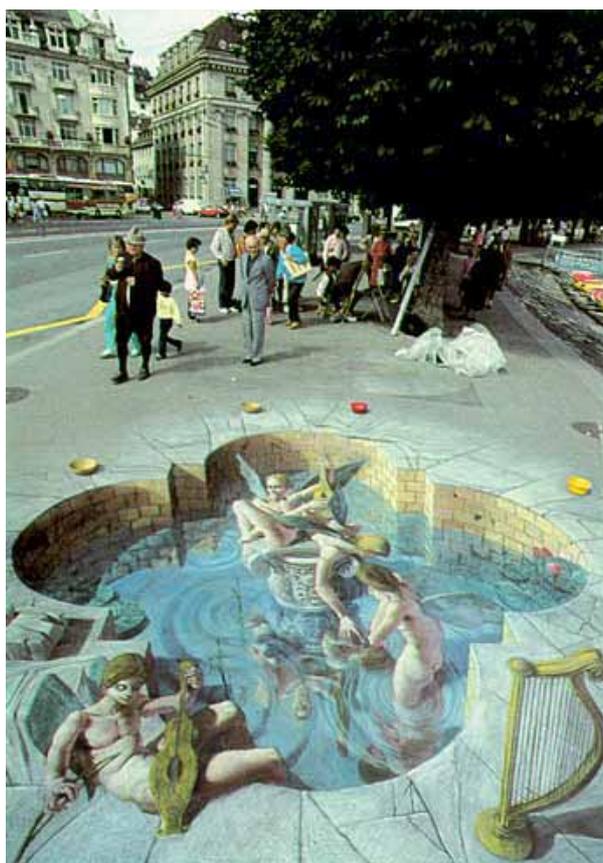


圖 2-3-10 Muses

2.3.4、阿爾貝蒂 (Leon Battista Alberti)

阿爾貝蒂 (Leon Battista Alberti) 與布魯內利斯基 (Filippo Brunelleschi)，均是線性透視法的創始者，雖然布魯內利斯基很清楚用數學規則描述繪畫的消失點，但是他並沒有寫下跟解釋線性透視的規則，而第一個將透視法原理與規則寫下來的就是阿爾貝蒂，他在「論繪畫 (On painting)」一書中，清楚的描述了如何用線性透視原理來畫出正

確的幾何圖畫。

Alberti's Window，圖 2-3-11：

阿爾貝蒂描述用透視法繪畫，就像透過透明薄幕來看物體。他認為畫一張圖畫，就好像透過窗戶看這個世界，並且不移動目光把他們所看到的東西畫下。而窗戶就是透明薄幕。達文西也有相同的想法，並加以應用。

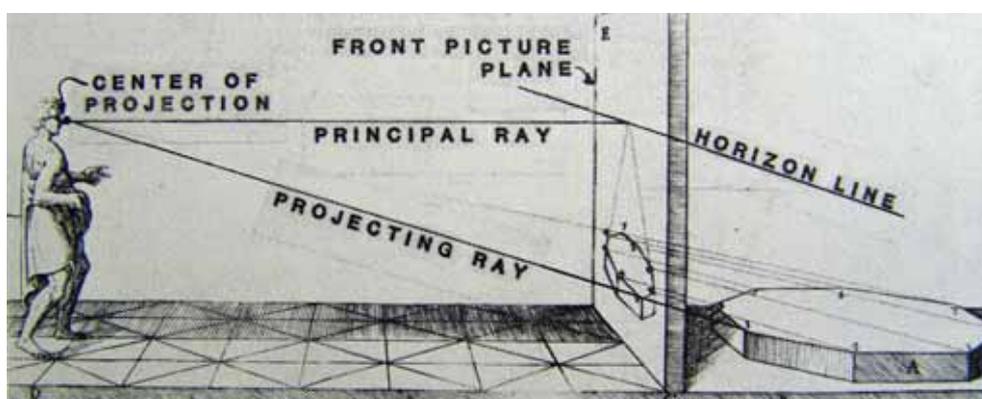


圖 2-3-11 Alberti's Window

阿爾貝蒂的棋盤路面（Alberti's Perspective）：

阿爾貝蒂在論繪畫（Della pittura）裡，描述一個幾何學方法，是為了建立正確棋盤路面的一點透視圖圖像。這方法也有被法藍契斯卡所簡化。

棋盤路面的透視畫法：

以下將描述阿爾貝蒂是如何以正確的透視法畫出圖 2-3-12 的棋盤路面，而棋盤路面、視點與畫面的相對位置如圖 2-3-13。

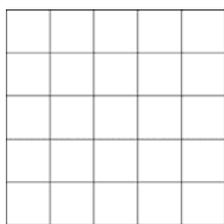


圖 2-3-12 棋盤路面為一個 5X5 正方形

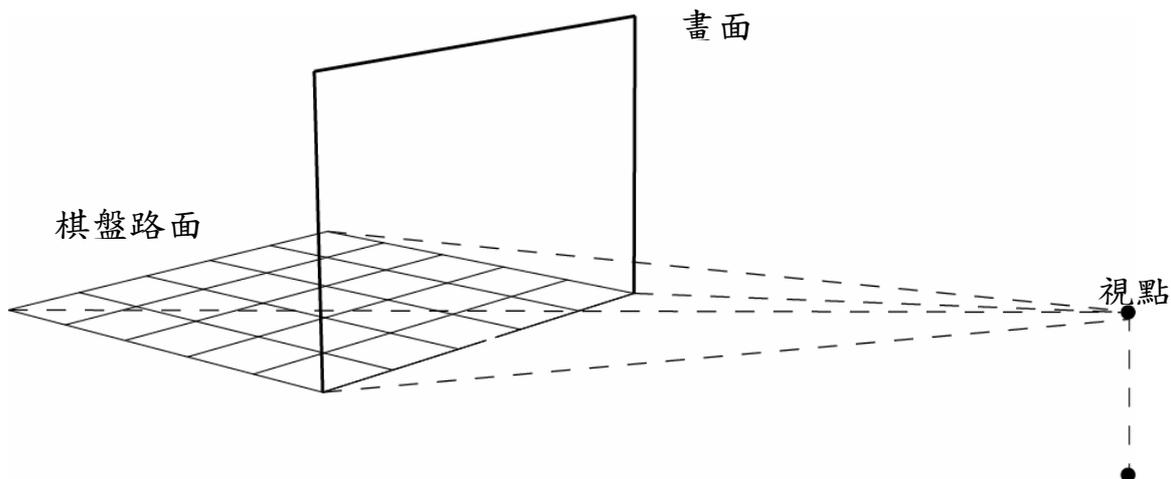


圖 2-3-13 為棋盤路面、視點與畫面的相對位置。

棋盤路面標記分別如圖 2-3-14 (上視圖) 所示。

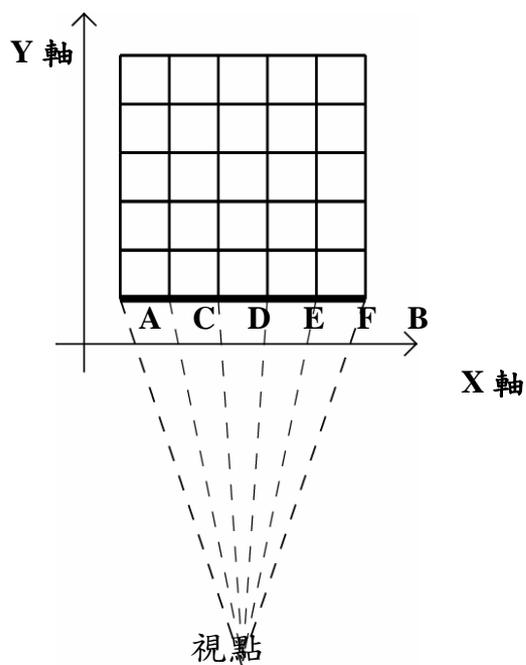


圖 2-3-14 上視圖

(A)在畫面的底線處劃上兩點 A 與 B，使得 AB 線段與圖一 AB 線段相同且等長，並將 AB 直線作為基線。圖 2-3-15



圖 2-3-15

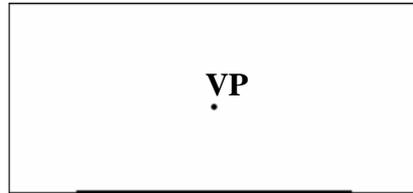


圖 2-3-16

(B)在畫面中，在高於 AB 直線之處畫上與 AB 直線平行的水平直線，並在中心點取一點 V 作為消失點(VP)，見圖 2-3-16。

(C)在 AB 線段畫上 C、D、E、F 四點，把 AB 線段五等分，再把 V 點分別與 C、D、E、F 四點連線，見圖 2-3-17。

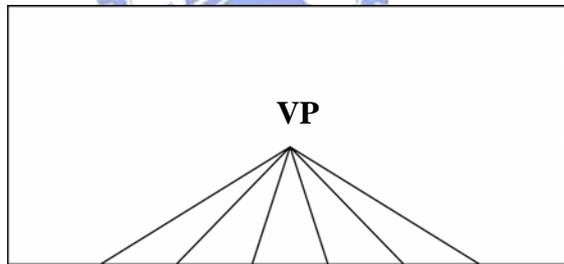
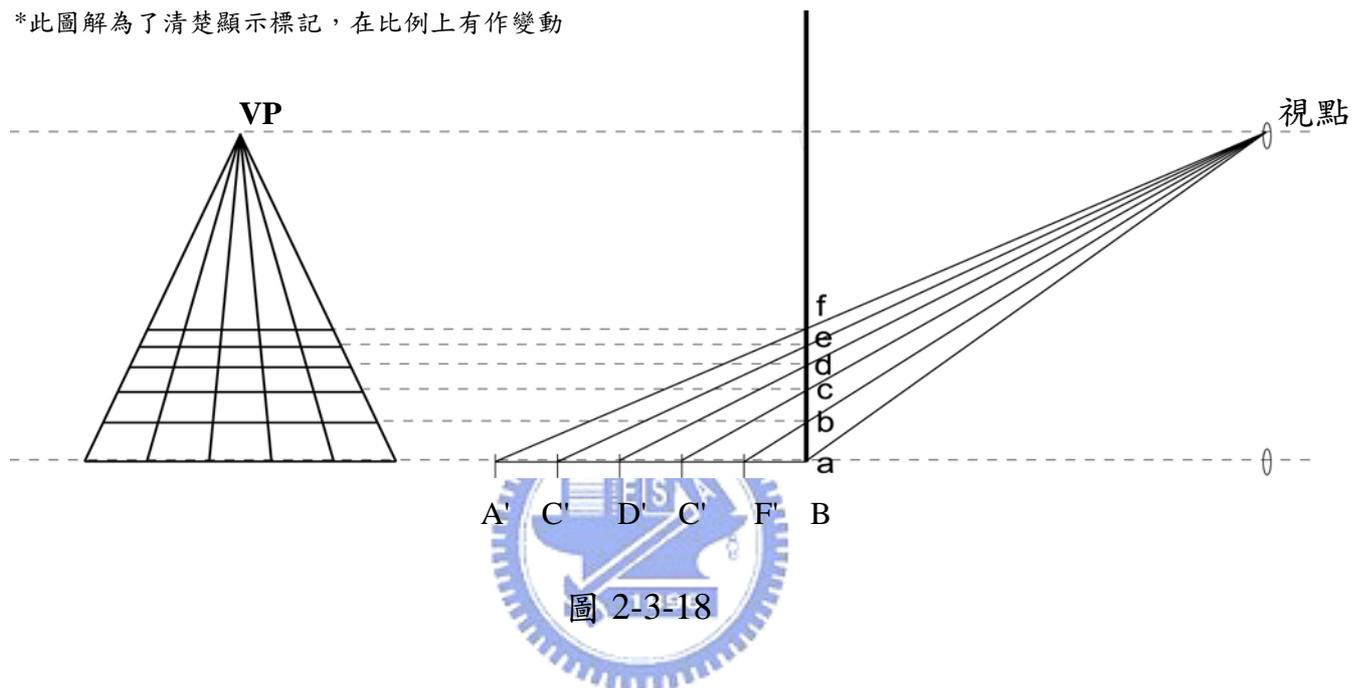


圖 2-3-17

在步驟(A)(B)(C)，畫出了空間中棋盤路面 Y 軸方向的透視圖，所有空間中 Y 方向的平行的線條都消失在同一點。

(D)側面圖中，由視點 P 分別與 A'、C'、D'、C'、F'、B 六點連線，因此在畫面上會有六點交點 a、b、c、d、e、f，由圖 2-3-18 所示通過六交點的水平虛線的延伸到先前的圖 2-3-17 的透視圖，即能正確畫出棋盤路面的深度空間。

*此圖解為了清楚顯示標記，在比例上有作變動



若畫出棋盤路面的透視圖正確的話，其透視圖中的對角線連線應為直線如下圖 2-3-19。

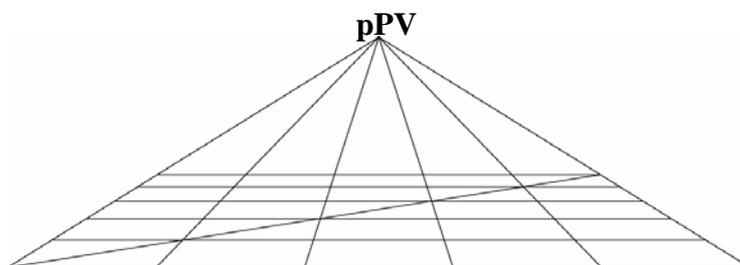


圖 2-3-19 對角線連線為直線

棋盤路面結構：

Alberti 的棋盤路面結構：圖 2-3-20

1. V 是消失點
2. O 是視點，OP 線段為視點的高度。
3. 多邊形 O'V'H'AP' 與多邊形 OVHMP 是相等一致的。
4. 多邊形 O'V'H'AP' 可看成側面圖的結構圖，V'B 直線可看成側面圖中的畫面，所以 O' 為視點，V' 也就是 V 點，為消失點。
5. $|O'V'| = |OV| = V$ 到眼睛的距離；H 高度 = H' 高度

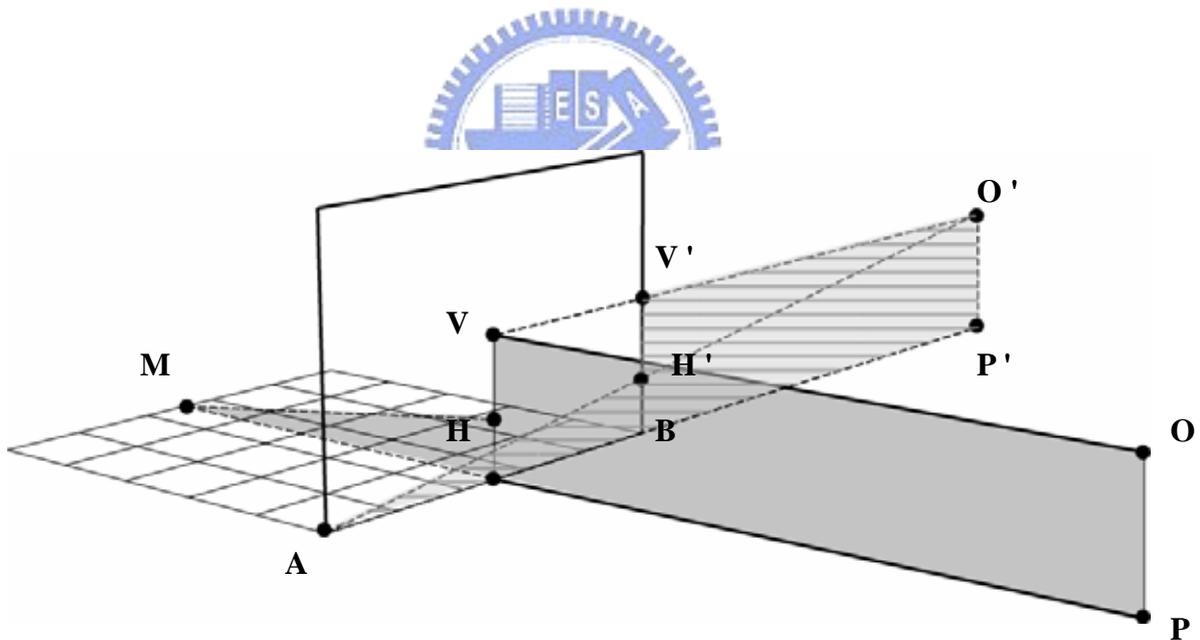


圖 2-3-20 Alberti 的棋盤路面結構

正確的觀察位置：

由下圖 2-3-21 會導出，如何得知一張棋盤路面透視圖的正確觀察位置。

H、H'為同過 A'B'線段的延伸與畫面框架的交點。通過 V 點的直線 L 是平行 HH'線段並通過 O'點，其畫面框架的交點為 V'。OO'為 B 與 B'連線的 BB' 直線交點。其 BB'直線為棋盤路面的對角線。

證明：

因 H'V'O' 與 H'BA 為相似三角形

$$\text{所以得 } |H'V'| / |BH'| = |O'V'| / |AB| \text{ -----1}$$

又因 O''VB'與 BAB'為相似三角形

$$\text{所以得 } |H'V'| / |BH'| = |O''V| / |AB| \text{ -----2}$$

$$\text{由 1、2 式得知 } |O''V| = |O'V'| \text{ -----3}$$

又由上面所提的第五點 $|O'V'| = |OV'| = V$ 到眼睛的距離，與 3 式得知 $|O''V| = |OV'| = V$ 到眼睛的距離 -----得證

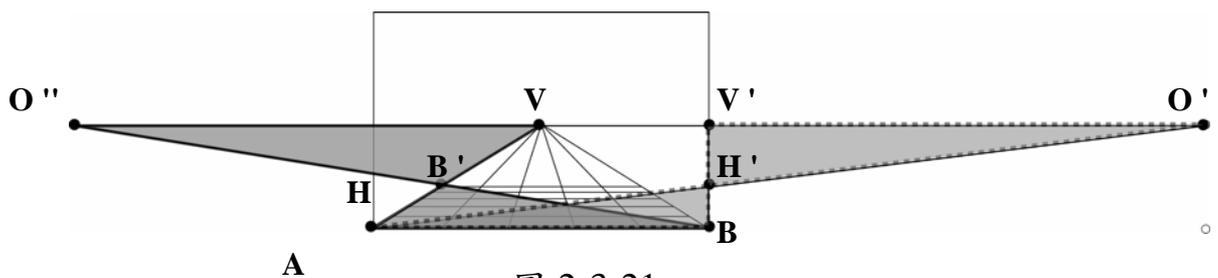


圖 2-3-21

所以由以上的證明得知：只要將棋盤路面透視圖上的對角線畫出，並延伸與直線 L 的交點 O''，則 O''與 V 的距離等於眼睛 O 點到 V 點的距離，也就是正確的觀看畫面的視點位置。

2.3.5、烏切羅（Paolo Uccello）

文復興早期大部分的藝術家對透視法相當的迷戀，烏切羅就對透視法的研究與應用相當熱中，他畢生潛心於科學透視學研究，並且將透視法則完全應用於個人繪畫上。



圖2-3-22 聖羅馬諾的戰役

烏切羅著迷於在畫布上創造出3D 的景象，像是「聖羅馬諾的戰役，圖2-3-22」，對於這幅畫使用了直線透視法等視覺假象來製造真實的感覺，畫面中前景左下方臥倒的士兵跟周邊的武器相當明顯的都指向一個中心點，這是線性透視的特質，也造成了強烈的視覺線索，並且左下方臥倒的士兵烏切羅用了前縮法（foreshortening）的技巧，讓物體看起來比實際的短，所得的到透視假象使得那倒下的士兵看起來相當自然。他也使用了其它視覺的技巧來創造出深度的感覺，包括遠方的物體比較小、畫面上位置較高，還有物體的大小及前景物遮蔽

背景物，並使用了輪廓模糊法，使得前景色調與線條清晰程度和背景有所不同，而在前景物與背景物的細節描述不一樣，像是馬匹上物品的細節，在前景描繪得相當仔細，而在遠處的馬匹就只有大概的形狀及顏色，細部就不清楚描繪了。這些手法都會創造出視覺上深度的感覺。

2.3.6、法藍契斯卡(Piero della Francesca)

法藍契斯卡是義大利畫家。他的畫有數學般完整的形式和出色的空間感，烏切羅(Uccello) 及馬薩其奧(Masaccio)等人的作品，對他顯然有相當的影響。並且法藍契斯卡改良了阿爾貝蒂的棋盤路面透視畫法，他不需要格子就能直接畫出透視物體了，並且著有「論繪畫透視法」(De prospectiva pingendi)一書。



圖2-3-23 The Flagellation(鞭打耶穌)，在此畫中畢也洛用了精細的透視畫法

「The Flagellation」(圖 2-3-23) 是法藍契斯卡繪畫作品中完成度較高的正確透視圖。運用先前在阿爾貝蒂那所提的距離點方法，觀察距離 $|O''V|=V$ 到眼睛的距離 (參見圖 2-3-24)，測量出來大概是比照片高度 1 倍多一點的距離。

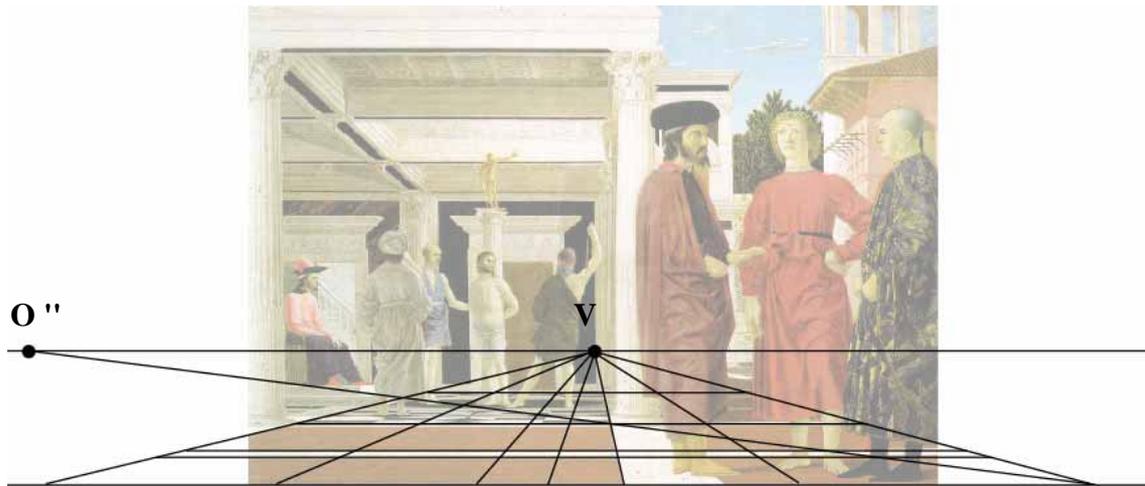


圖 2-3-24 The Flagellation 觀測距離

2.3.7、達文西(Leonardo da Vinci)

達文西是義大利文藝復興時期集藝術家、自然科學家、工程師等身份的天才。繪畫方面，他把科學知識和藝術想像有機地結合起來，發展了整體性的透視法，對透視圖法的研究有很大的功績，他幾乎集合了所有的透視法的理論，包括線性透視法、大氣透視法、顏色..... 等方法。他跟之前所說的 Alberti's Window 的想法一樣，他認為透視法不過是在一扇窗戶的玻璃後面看景色或物體，並在玻璃上畫下所看到的物體，如圖 2-3-25。

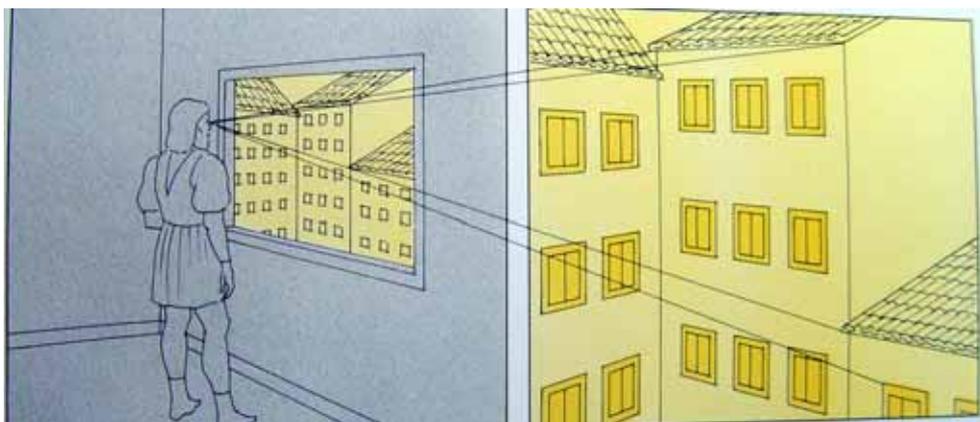


圖 2-3-25 達文西透視法

達文西認為透視法有三種，第一種為線性遠近法，第二種為空氣遠近法，第三種為消失遠近法。第一種即為線性透視法，先前所解釋的透視方法。第二種空氣遠近法也就是他觀察到雨、物體、空氣中的雜質等大氣效應會影響視覺，色彩本身會隨距離而變化，因大氣的關係而改變。第三種就是遠方的物體看起來都比較不清楚，小細節不清楚，物體越遠，在人的眼中看起來其輪廓就越模糊。第二及第三種也就是大氣透視法（atmospheric perspective）理論。

在「蒙那麗莎的微笑」（圖2-3-26）中，畫中瀰漫著一股模糊的氣氛，是透過暈塗法所創造的，主體與背景的遠近感能清楚的感受到。



圖2-3-26 蒙那麗莎的微笑

在「天使報喜」(圖2-3-27)這幅圖畫中，達文西結合了線性透視法與大氣透視法兩種方法。



圖 2-3-27 天使報喜

2.3.8、杜勒（Albrecht Durer）

阿爾貝蒂描述用透視法繪畫，就像透過透明薄幕來看物體、達文西也提出相同的看法，他把透明薄幕當成為窗戶，當時他就設計了有格子的窗戶，以便能精確的描繪出景象的透視投影，此概念方法也就是先前提過的 Alberti's Window，但運用此方法必須有幾點要注意，例如畫家均需必上一隻眼睛，即不可利用兩隻眼睛來使用此工具繪製透視圖，因為透過 Alberti's Window 來繪圖，左右眼的影像是不一樣的，也就是先前提過的 雙眼視區（binocular visual field）。並且也必須固定觀察者的位置，也就是要有一個固定點來讓眼睛定位，來確定繪圖時眼睛都是在同一水平、同一位置來觀察物體。



圖 2-3-28 杜勒的透視法

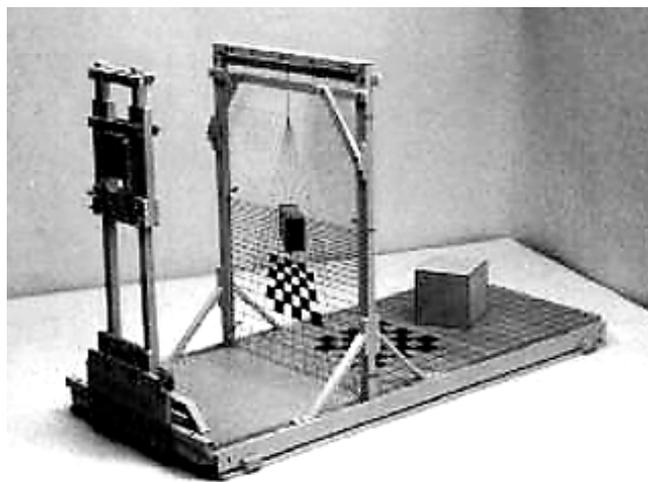


圖 2-3-29 杜勒的繪圖裝置

杜勒便發展了可以完美畫出線性透視的技巧，也就是如圖 2-3-28 所示的作法，圖 2-3-29 為實際的裝置照片。

杜勒的設備包括一個方形的框架，在此框架中有棋盤格狀的格線。使用者有一個固定的注視位置，也就是照片中左邊小孔，再從這個位置透過格線來看物體。畫桌上會有一張畫紙，大小就跟那個格線框架差不多，並在畫紙上也標有相似的格線。使用者只需將透過框架所看見的東西按照框線位置一一複製到畫布上，就能畫出正確的透視圖。

使用此工具的畫出來的畫就跟拿一張透明紙，將它放在玻璃窗上，然後以同樣的觀察位置在紙上描出所看到的影像一樣。發展到後來另一個比較靈活的技巧則是用一個標準物，例如一枝鉛筆，並用其測量物體的相對大小，然後將這些比例複製到畫布上，這個技巧一直到今日大家還是廣為使用，因為相較於杜勒的設備此方法輕便許多。

以上所介紹的畫家外，文藝復興時期幾乎所有的畫家對透視法多少都有點研究，而在 14 到 15 世紀發展的幾乎都是一點透視，文藝復興時代的作品幾乎都根據單一點透視而來，兩點透視的發展又花費了近兩個世紀。三點透視則一直到攝影的發明後才廣泛的使用。

2.4、基本透視圖學

2.4.1、透視圖學—投影理論

在此章節介紹投影法經由多年發展至成熟的原理，在十四世紀與十五世紀主要在透視投影方面有較完整的發展，烏切羅 (Paolo Uccello)、杜勒 (Albrecht Durer)、布魯內利斯基 (Filippo Brunelleschi)、

阿爾貝蒂 (Leon Battista Alberti) 與達文西 (Leonardo da Vinci) 對理論及技巧的發展均有功勞，阿爾貝蒂在論繪畫中提出了透視圖與現代攝影法所用的基礎，即是單觀察者與單視點，用一隻眼睛來建構圖畫。布魯內利斯基 (Filippo Brunelleschi) 首度發展了俯視圖、正面圖、側面圖等多視角投影的技巧。

發展至今投影法分成兩種技巧，一種為阿爾貝蒂所提的透視投影，而現代工程圖的多視角投影則屬於平行投影，圖 2-4-1 為投影法的分類圖：

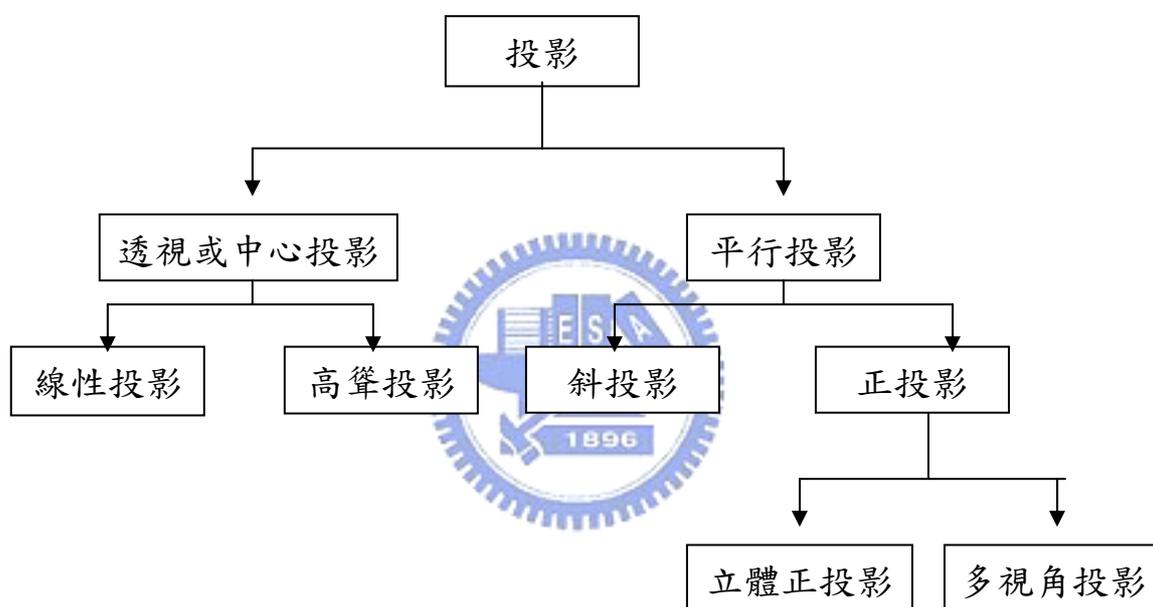


圖 2-4-1 投影法的分類圖

所有的投影理論均是以視線與投影平面為基礎，以視線來說，在透視投影中，所有的視線都是從單一點出來，如圖 2-4-2 所示；在平行投影中，所有的視線均是平行的，如圖 2-4-3 所示，而投影平面即是選擇一平面並在平面上藉由視線的投影來建構影像。

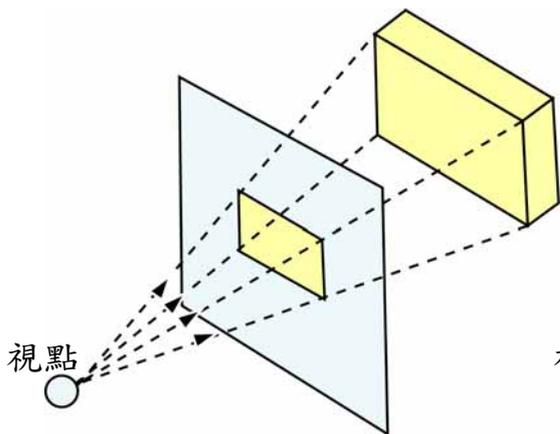


圖 2-4-2 透視投影

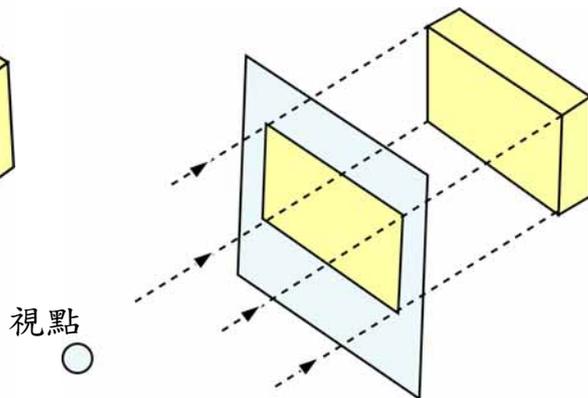


圖 2-4-3 平行投影

2.4.2、線性透視 — 一點透視、二點透視、三點透視

透視投影是在二維媒體上最能忠實傳達三維立體感的技法，也是最像人類視覺系統中所構建的透視圖。



透視繪圖的決定因素：

1. 物體與投影平面的距離：

即為決定物體在投影面上的大小。

2. 注視點的位置：

指眼睛所注視或鏡頭所對焦的地方，

3. 地平線相對於視平線的位置：

由此來決定出透視圖是為俯視圖、平視圖、仰視圖..等觀察法

4. 消失點的數目：

透視投影最主要的大分類是以畫面上的消失點數來分類，分成一點透視、二點透視、三點透視繪圖。

一點透視、二點透視、三點透視之定義：

1. 一點透視：定義為觀測物體的其中一面是平行於投影的平面，此方法有時稱作平行透視。
2. 二點透視：定義為觀測物體的面與投影平面有一角度並且垂直邊是平行於投影面，此方法有時稱作成角透視圖。
3. 三點透視：定義為觀測物體的任一邊均不平行於投影平面圖。

藉由改變消失點的數目、位置與地平線跟視平線相對位置等參數能建立不同的透視圖。本研究實驗的刺激圖形也是用上述線性透視的方法製圖。



第參章、實驗設計與方法

3.1、實驗設計

3.1.1 刺激圖形的設計

賽尚 (Cezanne) 的水果籃，在這幅畫中使用多個不同的視點，在畫面中營造出許不同的消失點。在圖 3-1-1 上標記的 A、B、C、D 即為不同的觀察位置。

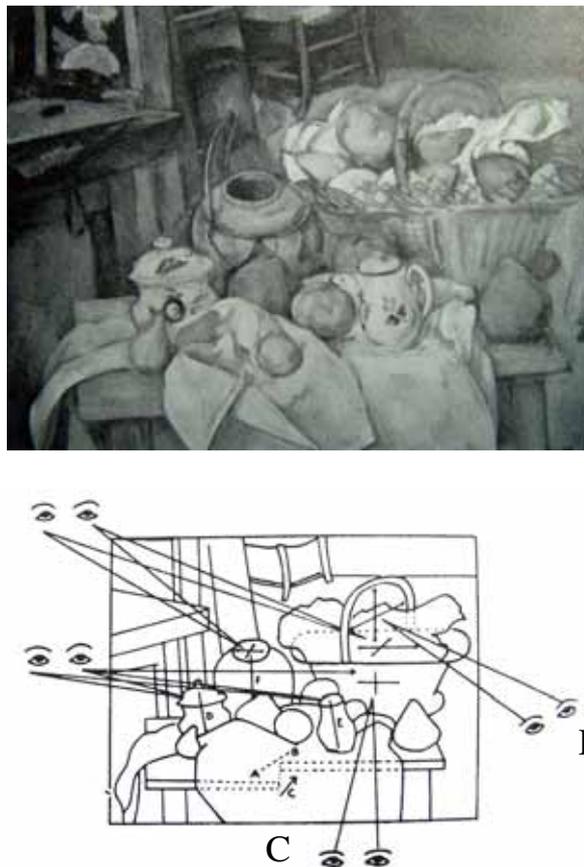


圖 3-1-1 賽尚的水果籃以及畫中所用的視點位置(Solso, 1994)

在刺激圖形的設計，也是利用相同的手法在畫面中創造出不同的視點。但在實驗中只會創造兩個視點，也就是主畫面中多數物體所共

有的一個消失點，還有視為目標物體的單獨消失點，共兩點消失點如圖 3-1-2 所示。本研究是要求受試者在一張上述的透視圖形中，選出一個消失點與其它不同的物件。

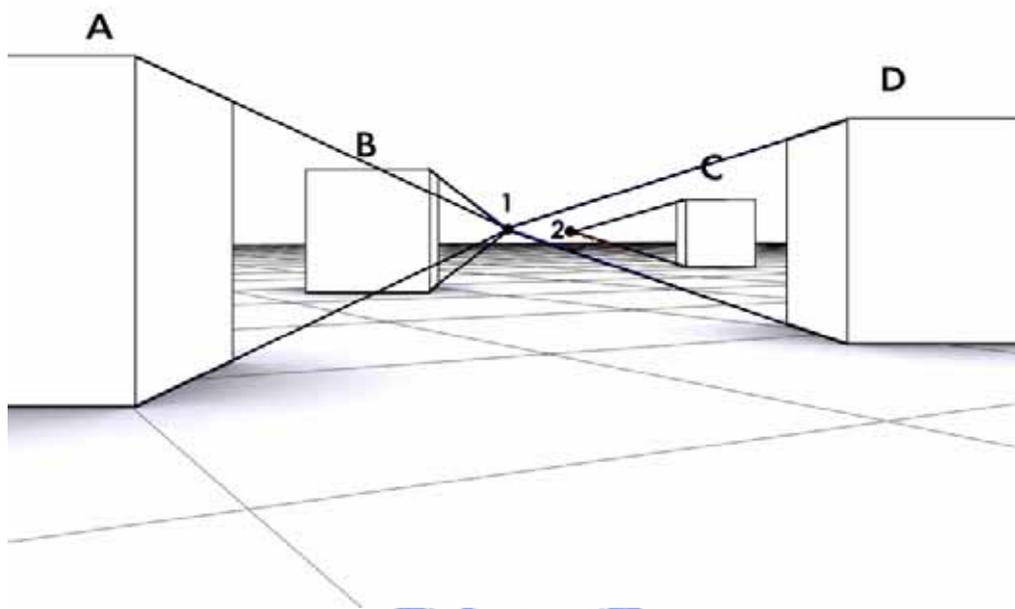


圖 3-1-2 A、B、C、D 四物件只有 C 是以相機不同的透視角度所作出的圖形，其消失點為標號 2 的位置，在由 A、B、D 所組成的正確透視系統（主畫面）中，其消失點為標號 1 的位置。

刺激（透視）圖形：

刺激圖形的透視共分為三大類：一點透視、兩點透視、三點透視，並在每一透視情況中，選一物件更改相機觀察點的位置來更動該物體在畫面上的消失點位置，相機分別以 X、Y、Z 軸為中心來做平移或角度旋轉的改變。

刺激圖形是以 3D Studio Max 5.0 版的軟體繪製，作業軟體的情境設置

分別為：

- A. 物件選擇：以長：20 單位 寬：20 單位 高：20 單位 的正立方體，並且平行放置在同 一平面上，圖 3-1-3。

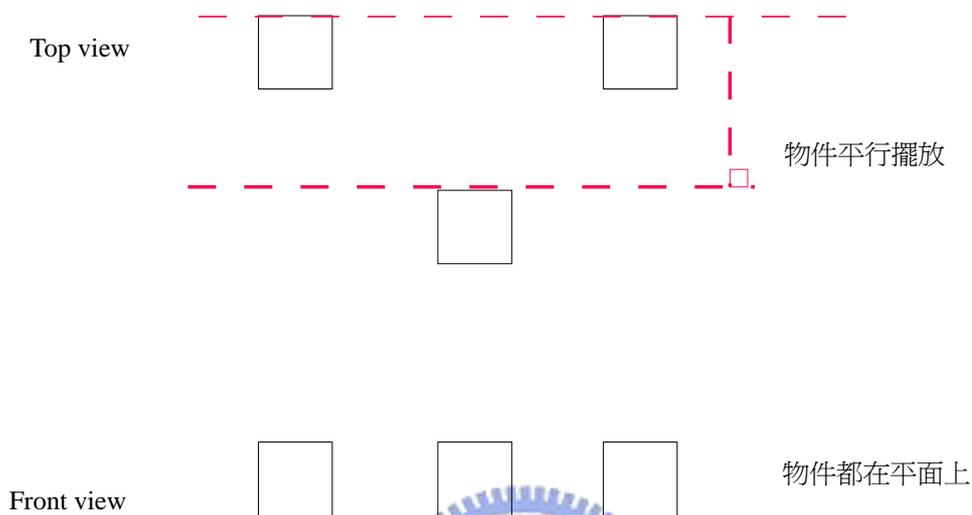


圖 3-1-3

- B. 相機使用鏡頭為 55.0mm，近似於人眼的正常視角，也就是確定物體與投影平面的距離。
- C. 輸出圖為 800 × 600 pixels，輪廓線的透視圖形

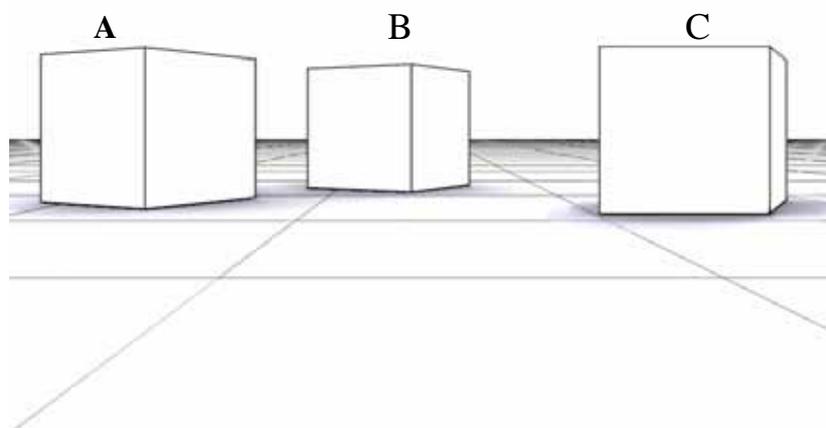
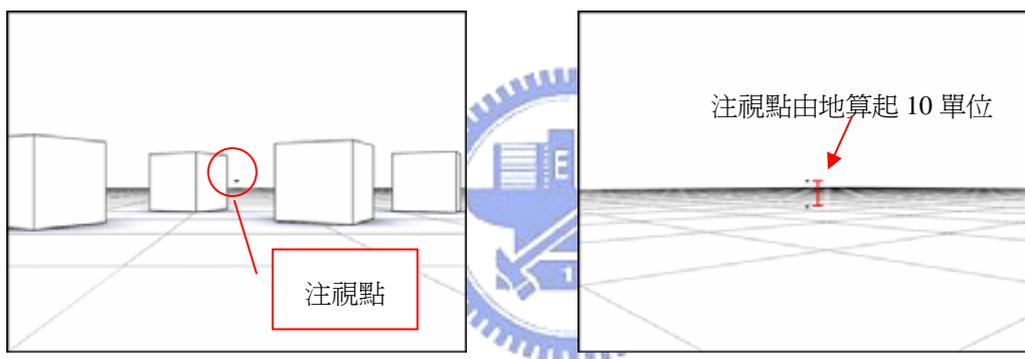


圖 3-1-4 輸出圖

D. 在放置物體的平面上繪製方格線及加上物體的陰影，以增加物體在刺激圖形中看起來是在同一平面上的寫實感。

E、流程圖一、二分別說明相機如何以 X、Y、Z 作為平移或角度的改變。

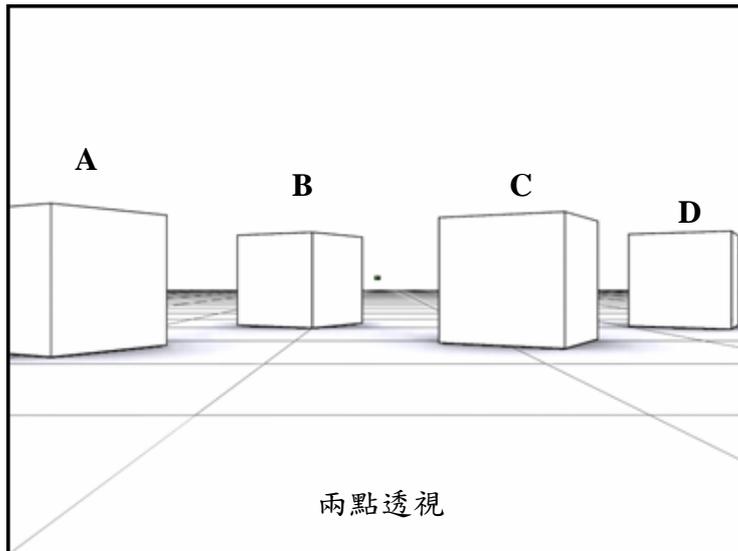
E-1、流程圖一是以定點相機 (Target camera) 固定看在 $(0, 0, 10)$ 的座標圖，確定視點的位置後，相機沿 X 軸水平移動位置 10 個單位



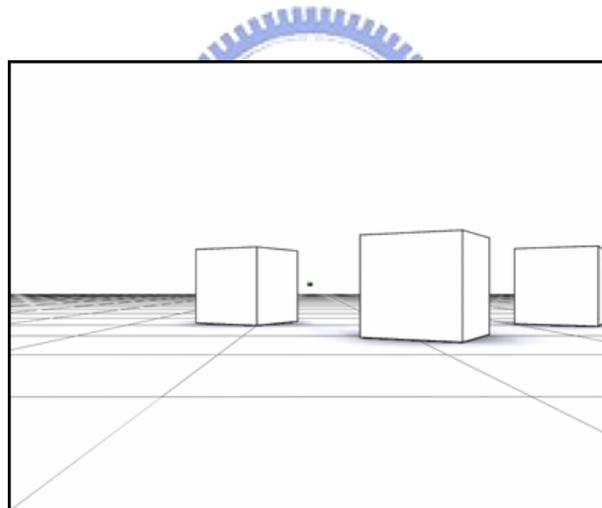
◎(Target camera) 固定看在 $(0, 0, 10)$ 的座標

圖 3-1-5 流程圖一

原始正確的圖形：其線性透視的視點為兩點透視。



步驟一：B、C、D 維持原透視法以作為主畫面，即當作正確的透視

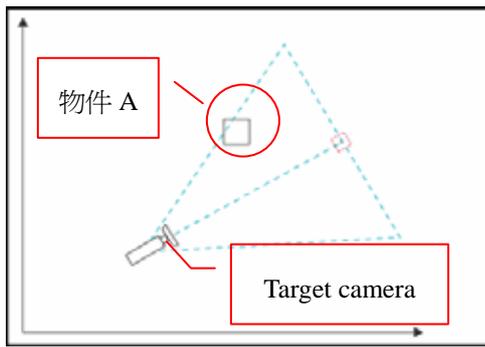


主圖

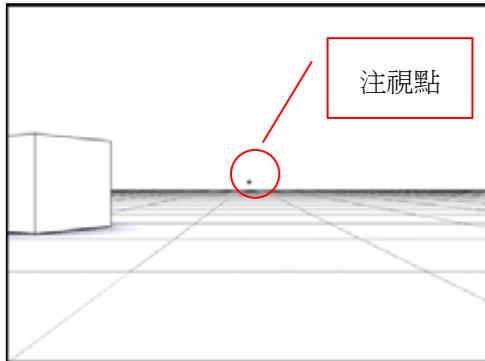
步驟二：單獨處理 A 物件，將相機延 X 軸水平移動位置 10 個單位

移動前：Top view 和 Camera view

Top view

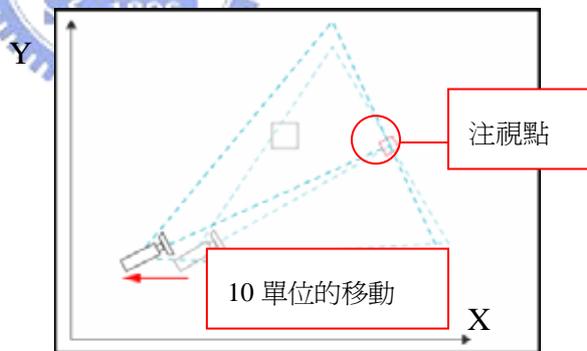
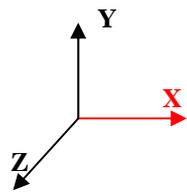


Camera view

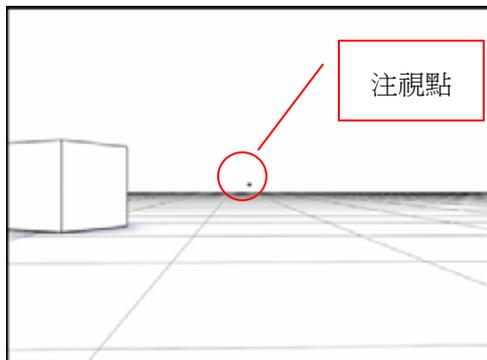


移動後：沿著 X 軸移動 10 單位後的 Top view 和 Camera view，接下來相機沿 X 軸平移 20、30 單位，即是往同方向繼續移動。

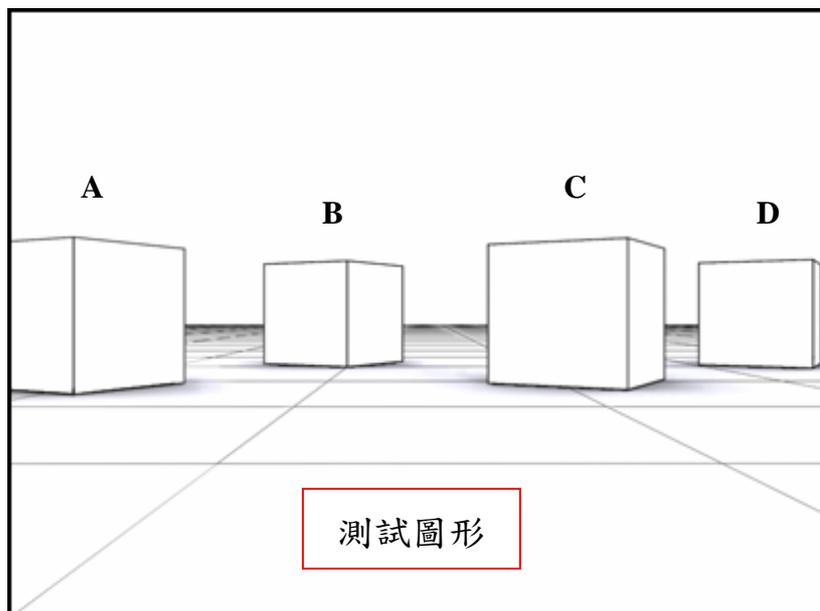
Top view



Camera view



步驟三：合成步驟一及步驟二的 Camera view，成為刺激圖形



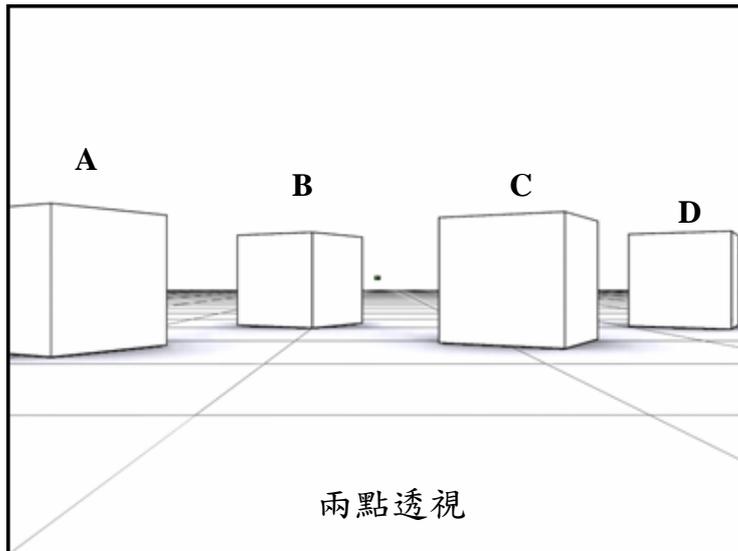
A 物件相較於 B、C、D 物件的消失點為錯誤的

刺激圖形以一點透視、兩點透視、三點透視為透視原則，相機沿 X 軸平移 10、20、30 單位來處理錯誤的透視點物件（在此流程中為 A 物件）。也以同樣方法來處理 Y 軸的移動。

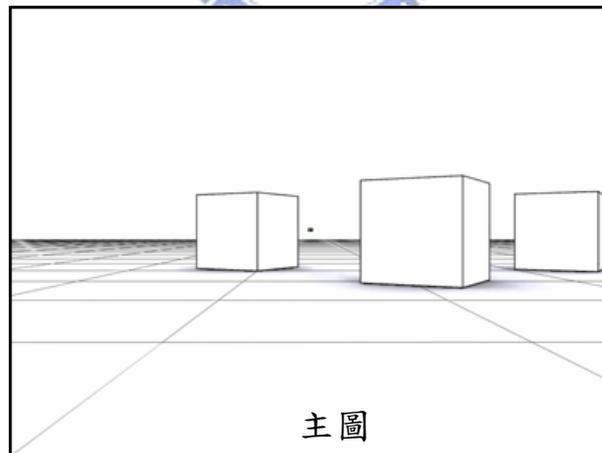
E-2、流程圖二是相機為軸心在 Z 軸旋轉位置 10 度的方法

圖 3-1-6 流程圖二

原始正確的圖形：其線性透視的視點為兩點透視。



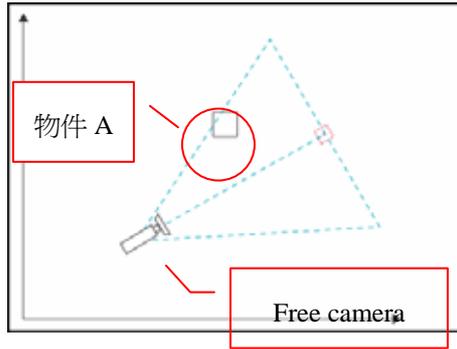
步驟一：B、C、D 維持原透視法以作為主畫面，即當作正確的透視



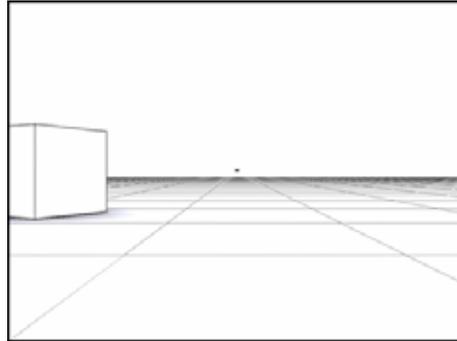
步驟二：單獨處理 A 物件，以相機為軸心在 Z 軸旋轉位置 10 度的方法

移動前：Top view 和 Camera view

Top view



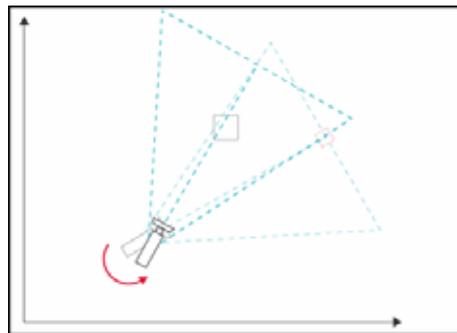
Camera view



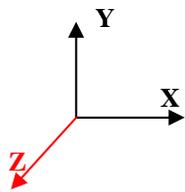
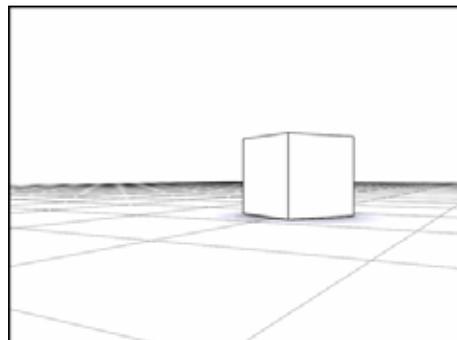
註：Free camera 即注視點會隨相機轉動而移動

移動後：相機為軸心在 Z 軸旋轉位置 10 度後的 Top view 和 Camera view，接下來相機在 Z 軸旋轉 20、30 單位，即是往同方向繼續旋轉。

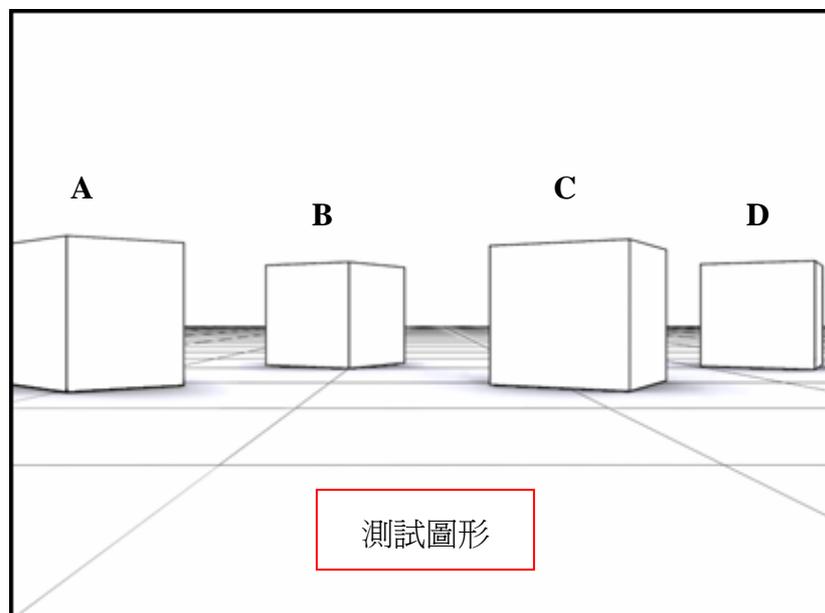
Top view



Camera view



步驟三：合成步驟一及步驟二的 Camera view，成為刺激圖形



◎A 物件相較於 B、C、D 物件的消失點為錯誤的

刺激圖形以一點透視、兩點透視、三點透視為透視原則，相機為軸心，在 Z 軸旋轉位置 10、20、30 度來處理錯誤的透視點物件（在此流程中為 A 物件）。

3.1.2 刺激圖形的分類

下圖 3-1-7 為刺激圖形的分類：

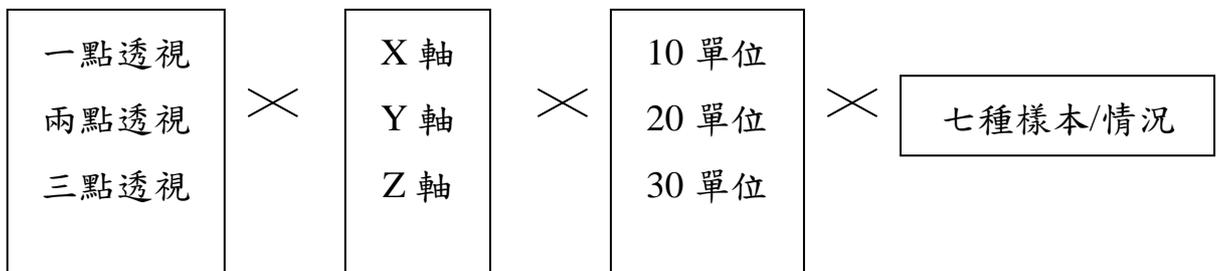
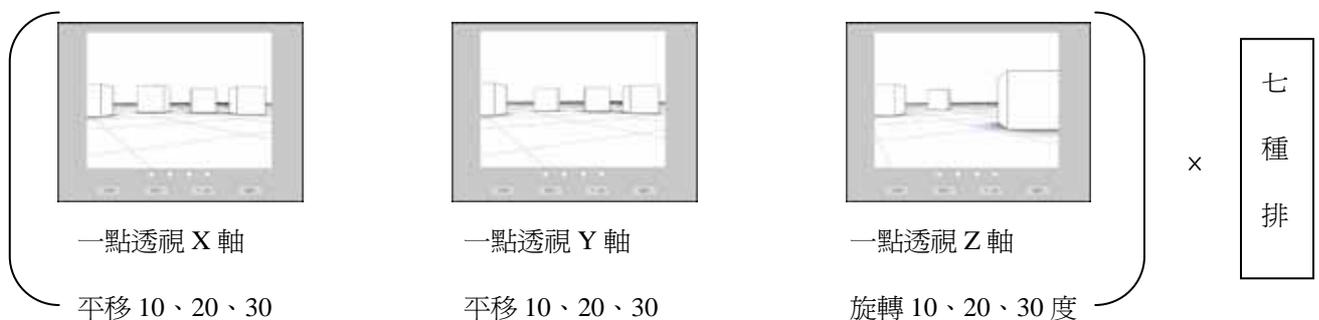


圖 3-1-7 刺激圖形的分類

上圖說明在每一種透視下我們取了七種不同的刺激樣本，每張樣本由 3 至 4 個方塊排列而成，每一種排法都依照著 4.1.1 的方法來控制變數，以 X、Y、Z 軸為基準，再以 10、20、30 單位的改變量來控制消失點的移動，因此所有的刺激圖形有 $3 \times 3 \times 3 \times 7 = 189$ ，共有 189 張不同的刺激圖形。

以下為刺激圖形分類的圖解：

- ◎ 每種透視法各作七種情況（物件的排法），每種情況分別以 X、Y、Z 為主軸作物件的改變



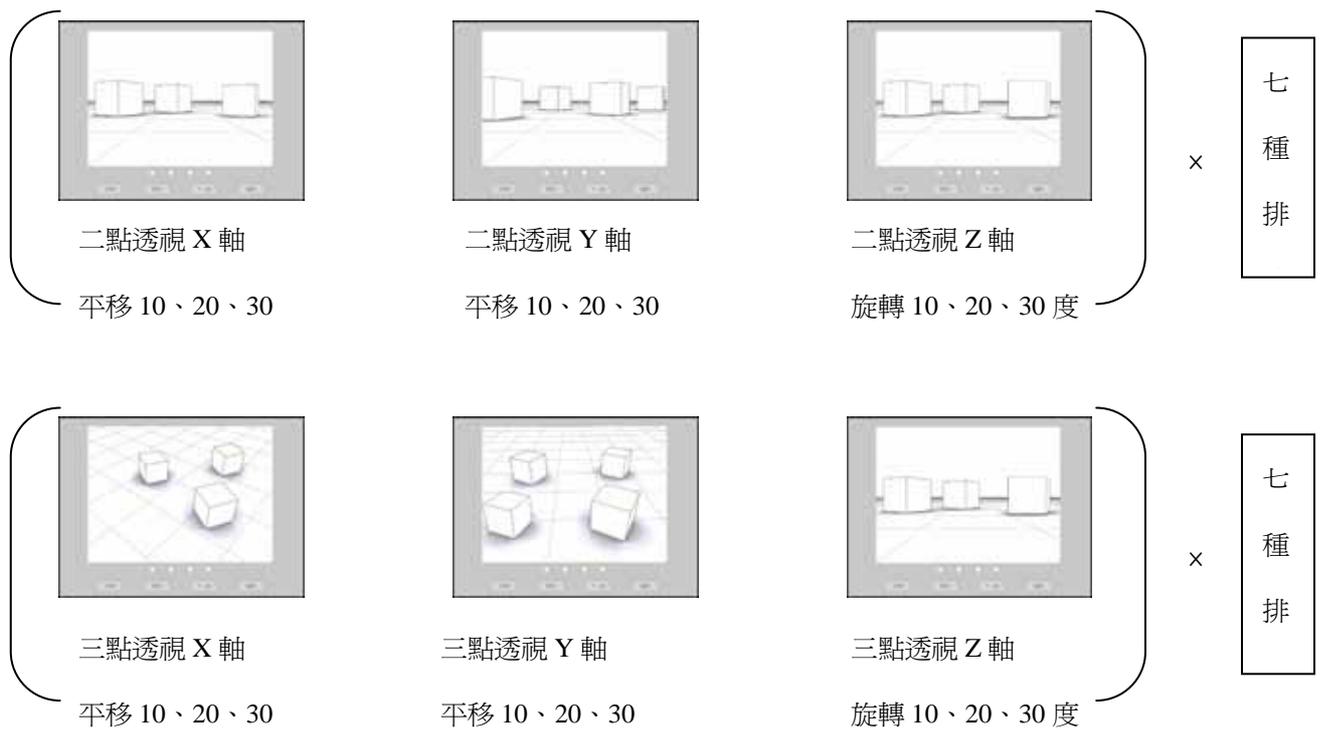


圖 3-1-8 刺激圖形分類



3.2、實驗環境

3.2.1 受測人員

本研究所採用的受測者之年齡介於 20-30 歲間，共 14 位。有視覺藝術或設計相關背景的人與未受過藝術訓練的受測者各 7 位。

3.2.2 實驗環境

環境照明：實驗的進行在正常照明的室內環境中進行。

3.2.3 硬體環境

1. 實驗設備：

3.2.4 軟體環境

1. 作業系統：Microsoft Windows 2000 Professional。螢幕解析度設為 1280*960

2. 程式環境：Borland c++ Builder 製作的實驗介面。

3.3、實驗程序

3.3.1 實驗進行

1. 受試者被要求判斷：在一張透視圖形中，挑出一個消失點與其它不同的物件（觀察角度與主圖不同）即透視錯誤的物件。受試者的作答時間不被限制。
2. 實驗中一共有 189 張透視圖形，呈現順序是以亂數決定，圖與圖中間有 2 秒的遮蔽刺激，以避免受到前一刺激干擾。
3. 共有 189 個實驗狀況，每位受測者每個狀況進行 2 次共執行 378 次。



第肆章、資料分析

4.1、統計分析

本研究實驗資料採用三因子變異數分析，依變數為答對與否，是為 Y；而自變數，也就是影響依變數的因子，為 1. 透視點數量、2. 鏡頭移動距離與 3. 鏡頭移動的方式（亦即上文所說明的沿 X、Y、Z 軸的移動或是旋轉方式），由於自變數 X 共有三個，為分類性解釋變數之函數關係。其函數關係為：

$$Y（答對與否）=f（透視點，移動距離，軸的改變）$$

4.1.1、三因子變異數分析（3-Way ANOVA）

三因子變異數分析（3way ANOVA）可協助瞭解三個因子對透視圖之辨錯作業是否有顯著影響，個別因子影響力大小，以及三者間的交互作用效果（interaction）。

3-Way ANOVA檢定可同時探討由幾點透視、軸的改變與移動單位所構成之（3×3×3）=27 個區隔。周文賢（2002）依據三因子變異數分析之程序整理出下圖檢定流程：首先從檢定結果F統計量之顯著性與否判斷是否應繼續進行檢定程序，當總檢定呈現顯著，即p值小於0.05，便否定虛無假設H₀，則繼續看總檢定表上的交互效果（A*B*C）是否顯著，也就是繼續視H₁是否成立，當交互效果顯著，H₀被否定，則繼續H₁的檢視，進行循序方格檢定以及條件檢定，否則則將模式簡化為三個雙因子變異數分析，更進一步探討兩兩因子之間的關係，其中只要有一個交互效果檢定顯著，則應進行條件檢定，否則則進入主效果檢定。

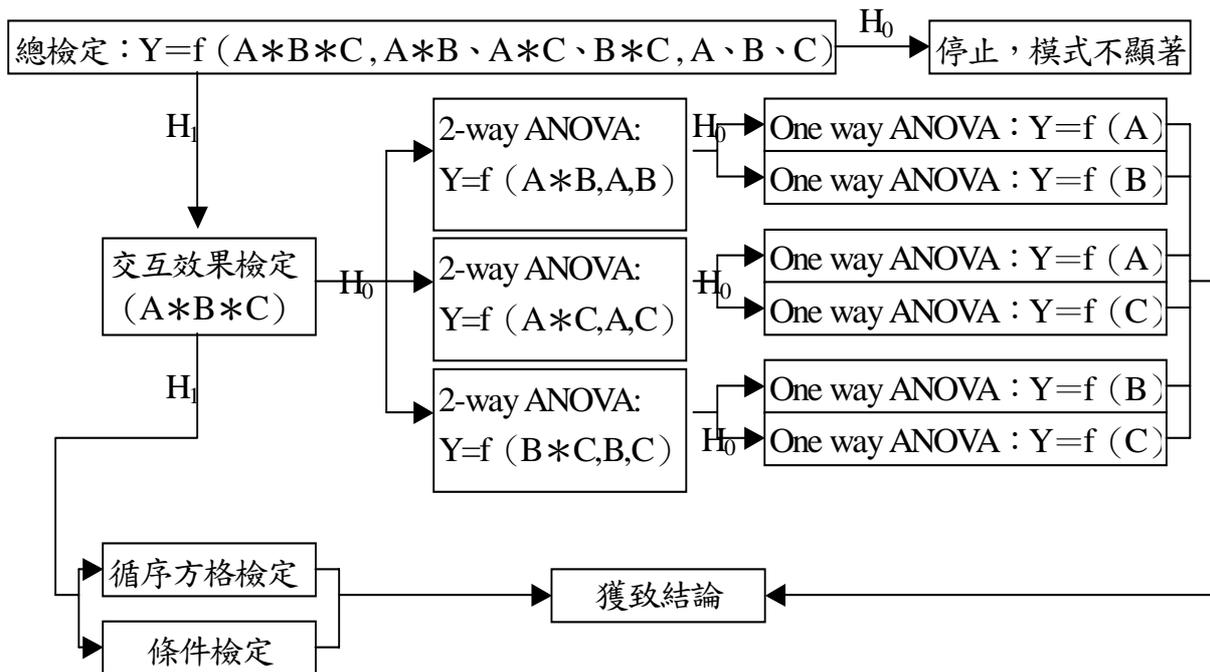


圖 4-1-1 三因子變異數分析流程，資料來源：周文賢，2002

從以上的分析流程中，本研究首先進行三因子的總檢定，利用 spss 軟體之單變量分析，得到下表結果：

表 4-1-1 本研究三因子變異分析之總檢定與交互效果檢定結果：

受試者間效應項的檢定

依變數: 答案對錯

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性	淨相關 Eta 平方
校正後的模式	122.735 ^a	26	4.721	20.762	.000	.093
截距	1196.193	1	1196.193	5261.139	.000	.500
幾點透視	41.066	2	20.533	90.309	.000	.033
軸的改變	35.125	2	17.563	77.244	.000	.029
移動單位	31.622	2	15.811	69.540	.000	.026
幾點透視 * 軸的改變	6.690	4	1.673	7.356	.000	.006
幾點透視 * 移動單位	2.632	4	.658	2.894	.021	.002
軸的改變 * 移動單位	4.070	4	1.017	4.475	.001	.003
幾點透視 * 軸的改變 * 移動單位	1.530	8	.191	.841	.566	.001
誤差	1197.071	5265	.227			
總和	2516.000	5292				
校正後的總數	1319.807	5291				

a. R 平方 = .093 (調過後的 R 平方 = .089)

資料來源：本研究整理

由於總檢定呈現顯著狀態，因此首先看幾點透視*軸的改變*移動單位三因子之交互效果，發現 $p=0.566$ ，大於 0.05 的顯著水準，因此交互效果不顯著，也就是說，必須將統計模式簡化為 2-way ANOVA，進一步進行兩兩因子之間的變異數分析。在雙因子變異數分析中，吳明隆（2003）在雙因子變異數的分析流程中提到，當雙因子變異數分析的交互作用呈現顯著，則進行單純主要效果比較，若顯著，則繼續進行單純主要效果的事後比較（比較細格平均數間的差異），反之，若交互作用呈現不顯著，則進行主要效果比較與單因子變異數分析。

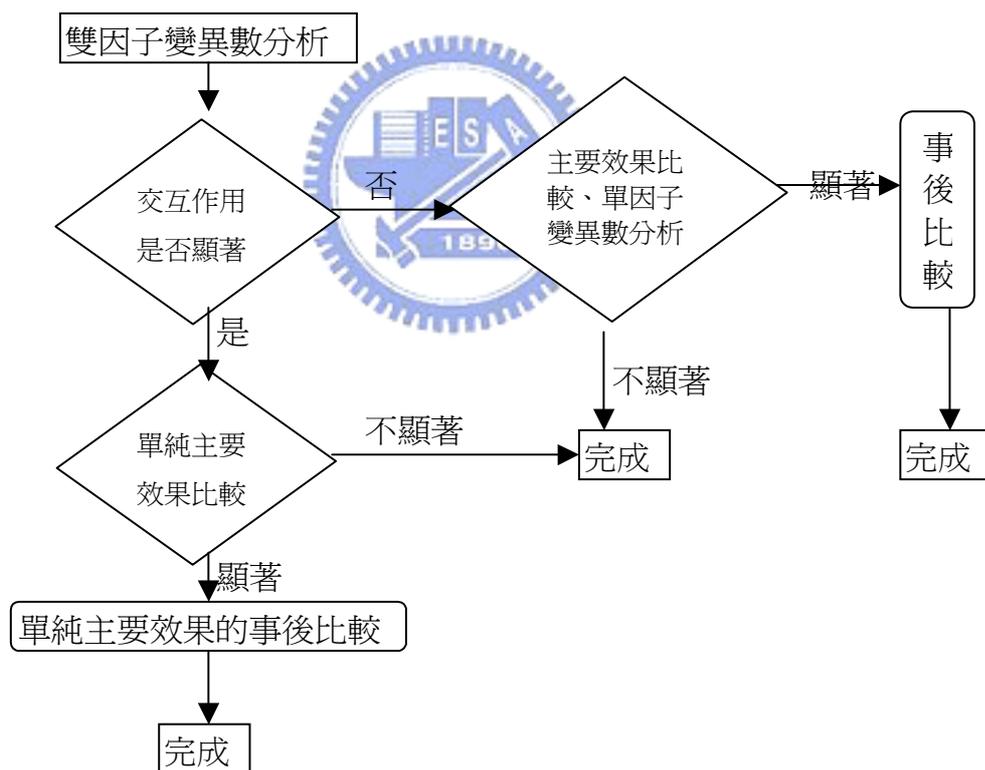


圖 4-1-2 雙因子變異數分析流程，資料來源：吳明隆，2003

由於幾點透視、軸的改變與移動單位之間的交互效果並不顯著，也就是說，受測者進行實驗測試時，難以分辨測試圖片之間的差異性。

因此進行兩兩雙因子變異數分析，兩兩變數進行比較。

4.1.2、雙因子變異數分析 (Two-way ANOVA)

(一)、幾點透視與軸的改變

首先，在幾點透視與軸的改變之間的關係，兩者交互效果顯著，p 值極為顯著 (p=0.000)，F 統計量為 7.143，受測者可明顯區辨測試圖片之間的差異性，如表 4-2-1 所示，因此進行單純主要效果比較：

表 4-2-1 雙因子變異分析之總檢定與交互效果檢定

受試者間效應項的檢定

依變數: 答案對錯

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性	淨相關 Eta 平方
校正後的模式	82.881 ^a	8	10.360	44.249	.000	.063
截距	1196.193	1	1196.193	5109.032	.000	.492
幾點透視	41.066	2	20.533	87.698	.000	.032
軸的改變	35.125	2	17.563	75.011	.000	.028
幾點透視 * 軸的改變	6.690	4	1.673	7.143	.000	.005
誤差	1236.925	5283	.234			
總和	2516.000	5292				
校正後的總數	1319.807	5291				

a. R 平方 = .063 (調過後的 R 平方 = .061)

資料來源：本研究整理

單純主要效果比較可從下表 4-2-2 的 F 統計量顯著性與否得知，以下分六層面來看單純主要效果結果、事後比較、以及 Scheffe 多重比較分析：

1. 一點透視 -- X、Y、Z 軸:

一點透視之下，其單純主要效果之 F 統計量為 7.039，p=0.001，因而進行事後比較也就是看平均數 (Mean) 的部分，以及 Scheffe 多重比較，結果發現：Z 軸的改變對於受測者的回答刑態影響最為顯著，也就是說，受測者較容易察覺 Z 軸上的改變，其次為 Y 軸之改變，最

不容易查覺的是 X 軸的改變，而從 Scheffe 的多重比較中，又可發現 X 軸改變與 Y 軸改變之間的區別並不顯著，其 p 值僅有 0.937。

2. 兩點透視 -- X、Y、Z 軸:

兩點透視之下，其單純主要效果之 F 統計量為 21.548， $p=0.000$ ，極為顯著。因此繼續看事後比較以及 Scheffe 多重比較分析，從表 4-2-2 中的平均數 (Mean) 可看出：Z 軸改變的答對率高於 Y 軸，Y 軸改變的答對率又高於 X 軸，而從多重比較可發現，X、Y、Z 軸兩兩相較時，受測者都能清楚的區辨其改變，其 p 值分別為 0.020、0.000、0.001，皆小於 0.05，顯示在兩點透視的情況下，受測者對於 X、Y、Z 軸上的鏡頭改變結果的敏感度不一，Z 軸上的變化最容易察覺，X 軸上的變化則最難。

3. 三點透視 -- X、Y、Z 軸

三點透視之下，其單純主要效果之統計量為 62.5， p 值 = 0.000，極為顯著，因而繼續進行事後比較以及 Scheffe 多重比較分析，結果從平均數 (Mean) 顯示：Z 軸改變的答對率高於 Y 軸改變的答對率，而 Y 軸改變的答對率又高於 X 軸，多重比較分析中指出，僅有 X 軸與 Y 軸兩者之間的改變對受測者而言較難以區別，其 p 值 = 0.066，其他皆達顯著水準。

4. X 軸 -- 一點透視、兩點透視、三點透視

X 軸之下比較三種透視點數目的情況，單純主要效果之 F 統計量為 13.240， p 值 = 0.000，極為顯著，因而繼續進行事後比較與 Scheffe 多重比較分析，從表 4-2-2 中可看到平均數 (Mean)：表示三點透視的答對率高於兩點透視，又高於一點透視，而多重比較分析指出在 X 軸上，一點透視與兩點透視之間的區別對受測者而言，是不明顯的、不

易區辨的，其 p 值 = 0.937，其餘皆達顯著水準。

5. Y 軸 -- 一點透視、兩點透視、三點透視

而 Y 軸下比較三種透視點數目的情況，其單純主要效果之 F 統計量為 19.264，值 = 0000，極為顯著，因而繼續進行單純主要效果之事後比較以及 Scheffe 多重比較分析，結果發現：三點透視的答對率高於兩點透視，又高於一點透視，與 X 軸上的結果相同，Y 軸上，一點透視與兩點透視之間的區別對受測者而言也是不明顯、不容易察覺的， p 值 = 0.117。

6. Z 軸 -- 一點透視、兩點透視、三點透視

由於 Z 軸之單純主要效果 F 統計量 = 71.650， p 值 = 0000，達顯著水準，因此繼續進行事後比較以及多重比較分析。從表 4-2-2 中的平均數指標：Z 軸上，三點透視的答對率高於兩點透視高於一點透視，但是在 Z 軸上，一點透視、兩點透視與三點透視兩兩之間都有顯著差異，多重比較分析表格內的顯著性皆小於 0.05，也就是說，對受測者而言，Z 軸上不同透視點數目的差異是容易察覺的。

表 4-2-2 幾點透視與軸的改變之雙因子變異數分析結果

來源		F 統計量	顯著性	平均數	多重比較顯著性
幾 點 透 視	一點透視 X 軸變動	7.039	0.001	0.36	X-Y=0.937
	Y 軸變動			0.37	X-Z=0.003
	Z 軸變動			0.45	Y-Z=0.010
兩 點 透 視	兩點透視 X 軸變動	21.548	0.000	0.35	X-Y=0.020
	Y 軸變動			0.43	X-Z=0.000
	Z 軸變動			0.53	Y-Z=0.001
三 點 透 視	三點透視 X 軸變動	62.500	0.000	0.48	X-Y=0.066
	Y 軸變動			0.54	X-Z=0.000
	Z 軸變動			0.77	Y-Z=0.000

軸 的 改 變	X 軸 變動	一點透視			0.36	1-2=0.937
		兩點透視	13.240	0.000	0.35	1-3=0.000
		三點透視			0.48	2-3=0.000
	Y 軸 變動	一點透視			0.37	1-2=0.117
		兩點透視	19.264	0.000	0.43	1-3=0.000
		三點透視			0.54	2-3=0.000
	Z 軸 變動	一點透視			0.45	1-2=0.015
		兩點透視	71.650	0.000	0.53	1-3=0.000
		三點透視			0.77	2-3=0.000

資料來源：本研究整理

(二)、軸的改變與移動單位

接下來比對軸的改變與移動單位之間的關係，兩者交互效果顯著，F 統計量為 4.304，顯著性 p 值=0.002，小於 0.05，如表 4-2-3 所示，因此受測者可明顯區別測試圖片之間的差異，因而繼續進行單純主要效果的比較，結果發現：

表 4-2-3 軸的改變與移動單位之總檢定與交互效果檢定

受試者間效應項的檢定

依變數: 答案對錯

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性	淨相關 Eta 平方
校正後的模式	70.817 ^a	8	8.852	37.443	.000	.054
截距	1196.193	1	1196.193	5059.681	.000	.489
軸的改變	35.125	2	17.563	74.286	.000	.027
移動單位	31.622	2	15.811	66.877	.000	.025
軸的改變 * 移動單位	4.070	4	1.017	4.304	.002	.003
誤差	1248.990	5283	.236			
總和	2516.000	5292				
校正後的總數	1319.807	5291				

a. R 平方 = .054 (調過後的 R 平方 = .052)

資料來源：本研究整理

1. X 軸 -- 10 單位、20 單位、30 單位

根據表 4-2-4，單純主要效果之 F 統計量為 11.178，p 值=0.000 呈現極為顯著，因此繼續看事後比較之平均數以及多重比較，結果發現 X 軸上，移動單位愈多，則受測者越容易察覺變化，答對率也會比較高。但多重比較分析又指出，移動 10 單位與移動 20 單位之間的差別是很小的，不容易被察覺，p 值=0.355 呈現不顯著。

2. Y 軸-- 10 單位、20 單位、30 單位

單純主要效果之 F 統計量為 15.163，p 值=0.000，可見極為顯著，因而進行事後比較以及多重比較，從平均數（事後比較）可得知 Y 軸上，移動單位愈多，則受測者越容易察覺變化，答對率也較高，且多重比較分析中，移動 10 單位、20 單位與 30 單位，對受測者而言都能很清楚地分辨出其差異性，其 p 值分別為 0.011、0.000、0.046，皆小於 0.05 之顯著水準。



3. Z 軸 -- 10 單位、20 單位、30 單位

單純主要效果之 F 統計量為 50.115，p 值=0.000，可見極為顯著，因而進行事後比較以及多重比較，從平均數（事後比較）可得知 Z 軸上，移動單位越多，答對率越高（移動 30 單位對答案對錯的影響大於移動 20 單位的影響，移動 20 單位的影響又大於移動 10 單位的影響），而且移動 10 單位、20 單位與 30 單位之間的差異性對受測者而言，也都能很清楚地分辨出差異性，p 值皆小於 0.05。

4. 10 單位 -- X、Y、Z 軸

在移動 10 單位下，單純主要效果之 F 統計量為 7.265，p 值=0.001，可見極為顯著，因而進行事後比較以及多重比較，從平均數（事後比較）可得知：Z 軸上的單位移動顯然比較明顯，對答對率也較有

影響，其次為 Y 軸，最不明顯的是 X 軸上的單位移動。但是 X 軸上的單位移動與 Y 軸上的單位移動對受測者來說，並沒有太明顯的差別，其 p 值為 0.628。

5. 20 單位 -- X、Y、Z 軸

根據表 4-2-4，單純主要效果之 F 統計量為 31.434，p 值=0.000 呈現極為顯著，因此繼續看事後比較之平均數以及多重比較，結果發現平均數指標指出：在移動 20 單位下，Z 軸上的單位移動之答對率高於 Y 軸，又高於 X 軸，而且 X、Y、Z 軸之間的差異性對受測者而言，是可很清楚區別的，其多重比較分析表格中的 p 值皆小於 0.05。

6. 30 單位 -- X、Y、Z 軸

根據表 4-2-4，單純主要效果之 F 統計量為 44.102，p 值=0.000 呈現極為顯著，因此繼續看事後比較之平均數以及多重比較，結果發現平均數指出在移動 30 單位下，Z 軸的單位移動最明顯，答對率最高，其次為 Y 軸，再其次為 X 軸之單位移動。而 X 軸之單位移動與 Y 軸之單位移動之間的區別並不顯著，因為從多重比較分析中發現，對受測者而言，X 軸與 Y 軸移動 30 單位是差不多的，其顯著性 p 值為 0.156。

表 4-2-4 軸的改變與移動單位之雙因子變異數分析

來源		F 統計量	顯著性	平均數	多重比較顯著性
軸 的 改 變	X 軸 10 單位	11.178	0.000	0.34	10-20=0.355
	20 單位			0.38	10-30=0.000
	30 單位			0.47	20-30=0.006
Y 軸	10 單位	15.163	0.000	0.36	10-20=0.011
	20 單位			0.45	10-30=0.000
	30 單位			0.52	20-30=0.046
Z 軸	10 單位	50.115	0.000	0.44	10-20=0.000
	20 單位			0.60	10-30=0.000

	30 單位			0.72	20-30=0.000	
移動單位	10 單位	X 軸變動		0.34	X-Y=0.628	
		Y 軸變動	7.265	0.001	0.36	X-Z=0.001
		Z 軸變動			0.44	Y-Z=0.025
	20 單位	X 軸變動			0.38	X-Y=0.039
		Y 軸變動	31.434	0.000	0.45	X-Z=0.000
		Z 軸變動			0.60	Y-Z=0.000
	30 單位	X 軸變動			0.47	X-Y=0.156
		Y 軸變動	44.102	0.000	0.52	X-Z=0.000
		Z 軸變動			0.72	Y-Z=0.000

資料來源：本研究整理

(三)、幾點透視與移動單位

最後比較幾點透視與移動單位之間的關係，兩者交互效果顯著，受測者可明顯區別測試圖片之間的差異，F 統計量為 2.794，顯著性 p 值=0.025，小於 0.05，如表 4-2-5 所示。因而繼續進行單純主要效果的比較。

表 4-2-5 幾點透視與移動單位之總檢定與交互效果檢定

受試者間效應項的檢定

依變數: 答案對錯

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性	淨相關 Eta 平方
校正後的模式	75.320 ^a	8	9.415	39.968	.000	.057
截距	1196.193	1	1196.193	5077.991	.000	.490
幾點透視	41.066	2	20.533	87.165	.000	.032
移動單位	31.622	2	15.811	67.119	.000	.025
幾點透視 * 移動單位	2.632	4	.658	2.794	.025	.002
誤差	1244.486	5283	.236			
總和	2516.000	5292				
校正後的總數	1319.807	5291				

a. R 平方 = .057 (調過後的 R 平方 = .056)

資料來源：本研究整理

1. 一點透視 -- 10 單位、20 單位、30 單位

根據表 4-2-6，單純主要效果之 F 統計量為 14.772，p 值=0.000 呈現極為顯著，因此繼續看事後比較之平均數以及多重比較，結果發現：一點透視下，移動 30 單位對答對率的影響高於 20 單位高於 10 單位，也就是說，在一點透視下，移動單位越高，則答對率越高。但同時多重比較分析中也指出，移動 10 單位與移動 20 單位對受測者來說，並沒有太大的區別，其 p 值為 0.176。

2. 兩點透視 -- 10 單位、20 單位、30 單位

根據表 4-2-4，單純主要效果之 F 統計量為 19.545，p 值=0.000 呈現極為顯著，因此繼續看事後比較之平均數以及多重比較，結果發現：兩點透視下，移動單位越高，答對率也會愈高，移動 30 單位最為明顯，其次是 20 單位，再其次為 10 單位，而多重比較分析表格中結果指出 10 單位的移動與 20 單位的移動在受測者的認知上，也不會有太大的區別，其 p 值為 0.079。

3. 三點透視 -- 10 單位、20 單位、30 單位

三點透視下，單純主要效果之總檢定 F 統計量為 38.771，p 值=0.000 呈現顯著狀態，而進行事後比較與多重比較，結果從平均數中發現：移動 30 單位對答對率的影響高於 20 單位高於 10 單位，與前兩者不同的結果是，當我們檢視多重比較分析的表格時，會發現在三點透視下，移動 10 單位、移動 20 單位與移動 30 單位，受測者能清楚地區辨其差異性，顯著性 p 值小於 0.05。

4. 10 單位 -- 一點透視、兩點透視、三點透視

移動單位為 10 之下，單純主要效果之 F 統計量為 12.873，p 值=0.000，可見極為顯著，因而進行事後比較以及多重比較，從平均數(事

後比較) 可得知：三點透視的單位移動最為明顯，兩點透視為第二，一點透視的單位移動最不明顯，其中，更進一步看多重比較分析的部分，則發現一點透視與兩點透視的單位移動對受測者而言並沒有太大的差異，也就是其所知覺到的一點透視單位移動與兩點透視單位移動是差不多的，其 p 值為 0.553。

5.20 單位 -- 一點透視、兩點透視、三點透視

移動單位為 20 時，單純主要效果之 F 統計量為 45.581， p 值 = 0.000，可見極為顯著，因而進行事後比較以及多重比較，從平均數(事後比較) 可得知：三點透視的單位移動最為明顯，而一點透視與兩點透視的單位移動對受測者而言是差不多的，其 p 值 0.327。受測者對一點透視與三點透視之間的區別，較有顯著性的差異存在，且受測者對於兩點透視與三點透視之間的區別，也存在顯著性的差異。

6.30 單位 -- 一點透視、兩點透視、三點透視

移動單位為 30 時，結果亦相同， F 統計量為 33.943，而值 = 0000 呈現極為顯著。因而進行事後比較與多重比較：從平均數指標，我們發現三點透視對答案對錯的影響力大於兩點透視，又大於一點透視。在多重比較分析中，我們更進一步發現一點透視與兩點透視所做出來的結果差異性並不顯著， p 值 = 0.141，也就是說，對受測者而言，其在一點透視與兩點透視中所表現的知覺並沒有相差太大，而一點透視與三點透視進行比對，以及兩點透視與三點透視進行比對時，則發現對受測者而言，實驗設計的差異性是顯著的，也就是說，受測者很容易分辨一點透視與三點透視之間的區別，以及兩點透視與三點透視之間的差異。

表 4-2-6 幾點透視與移動單位之雙因子變異數分析結果

來源		F 統計量	顯著性	平均數	多重比較顯著性	
幾 點 透 視	一點 透視	10 單位	14.772	0.000	0.32	10-20=0.176
		20 單位			0.38	10-30=0.000
		30 單位			0.48	20-30=0.002
	兩點 透視	10 單位	19.545	0.000	0.36	10-20=0.079
		20 單位			0.42	10-30=0.000
		30 單位			0.53	20-30=0.000
	三點 透視	10 單位	38.771	0.000	0.46	10-20=0.000
		20 單位			0.63	10-30=0.000
		30 單位			0.70	20-30=0.045
移 動 單 位	10 單 位	一點透視	12.873	0.000	0.32	1-2=0.553
		兩點透視			0.36	1-3=0.000
		三點透視			0.46	2-3=0.001
	20 單 位	一點透視	45.581	0.000	0.38	1-2=0.327
		兩點透視			0.42	1-3=0.000
		三點透視			0.63	2-3=0.000
	30 單 位	一點透視	33.943	0.000	0.48	1-2=0.141
		兩點透視			0.53	1-3=0.000
		三點透視			0.70	2-3=0.000

資料來源：本研究整理

4.1.3、迴歸分析 (regression analysis)

迴歸分析 (Regression Analysis) 是用以探討單一分析性反應變量 (Y) 對多個分析性解釋變數 (X_1, X_2, \dots, X_n) 之間的函數關係，目的在於討論當解釋變數 X 變動時，反應變數 Y 隨之變動的程度，兩者為一線性關係 (周文賢, 2002)。其函數式如下：

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$$

Y = 分析性反應變量

X_k = 第 k 個分析性解釋變數, $k = 1, 2, \dots, k$

從以上的函數關係中得知，分析性解釋變數 k 可能是一個或多個 $k=1$ 時，為簡單迴歸模式， k 大於等於 2 時，為複迴歸模式。而本研究中，係以簡單迴歸分析為主，即 $k=1$ ，以探討答對率是否會隨著消失點移動距離的增加或減少而有所改變，其中，反應變量 Y 係指答對率，而解釋變數 X 係指消失點距離；函數關係如下：

$$Y = f(X)$$

Y = 答對率

X = 消失點移動距離

此一函數關係，亦可以簡單迴歸模式表示之：

$$y_n = \beta_0 + \beta_1 X_n + \varepsilon_n$$

y_n = 第 n 題的答對率

X_n = 第 n 題的消失點距離

β_0 = 截距項

$\beta_1 = dy/dx$ ，斜率項，代表消失點距離增加一單位，答對率之變動數

ε_n = 對應之誤差項 (由於誤差項是許多非人為因素所能控制或解釋的變項，為便於迴歸之檢定，研究經常假定 ε 為常態，均值为 0，以求 ε 最小時，y 與 x 之線性關係)

以下為本實驗的迴歸分析：

我們以簡單迴歸分析以探討答對率與消失點移動距離的線性關係。

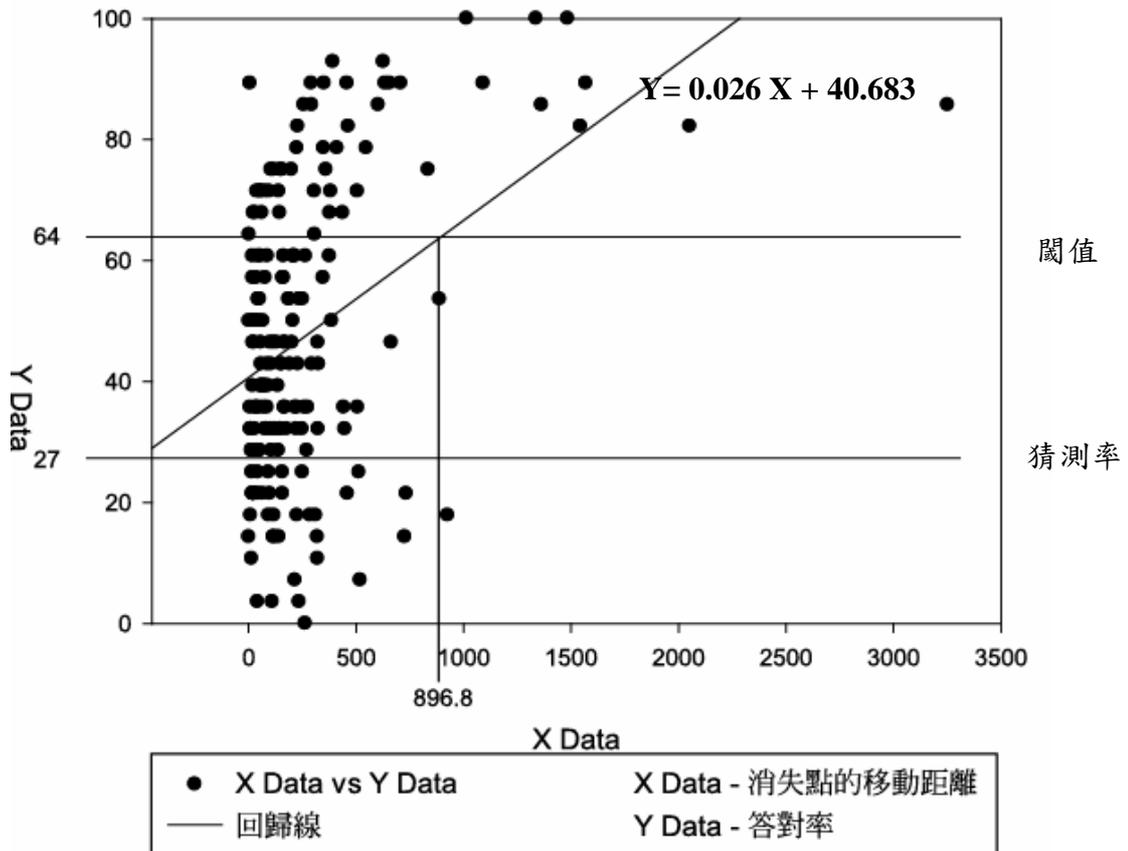


圖 4-1-3 迴歸分析

圖4-1-3中的X Data包括所有一點透視、兩點透視、三點透視的消失點移動距離，而Y Data為各筆資料的答對率所做出的線性迴歸圖形，出來的迴歸公式為 $Y = 0.026 X + 40.683$ 。並且此筆資料的閾值為64所以消失點的移動距離至少要大於896.8單位，受測者才容易觀測出來。下表為迴歸結果之模式簡表，F統計量之p值呈現顯著，小於0.05，因而可知此線性方程式是顯著的，也就是說，X與Y之間存在一線性相關，但是可從下表之所有觀察值的模式中發現調整後 R^2 ，僅有0.170，雖然總檢定F呈現顯著（ $p < 0.05$ ），但是X的改變量對於Y的變化影響很小。

表 4-2-7 迴歸模式結果之簡表

模式	R^2	Adjusted R^2	F 統計量	P 值顯著性
所有觀察值 圖 4-1-3	0.182	0.178	39.596	0.000
一點透視 圖 4-1-4	0.034	0.018	2.136	0.149
兩點透視 圖 4-1-5	0.001	-0.015	0.057	0.812
三點透視 圖 4-1-6	0.146	0.131	10.79	0.002

一點透視的線性迴歸:

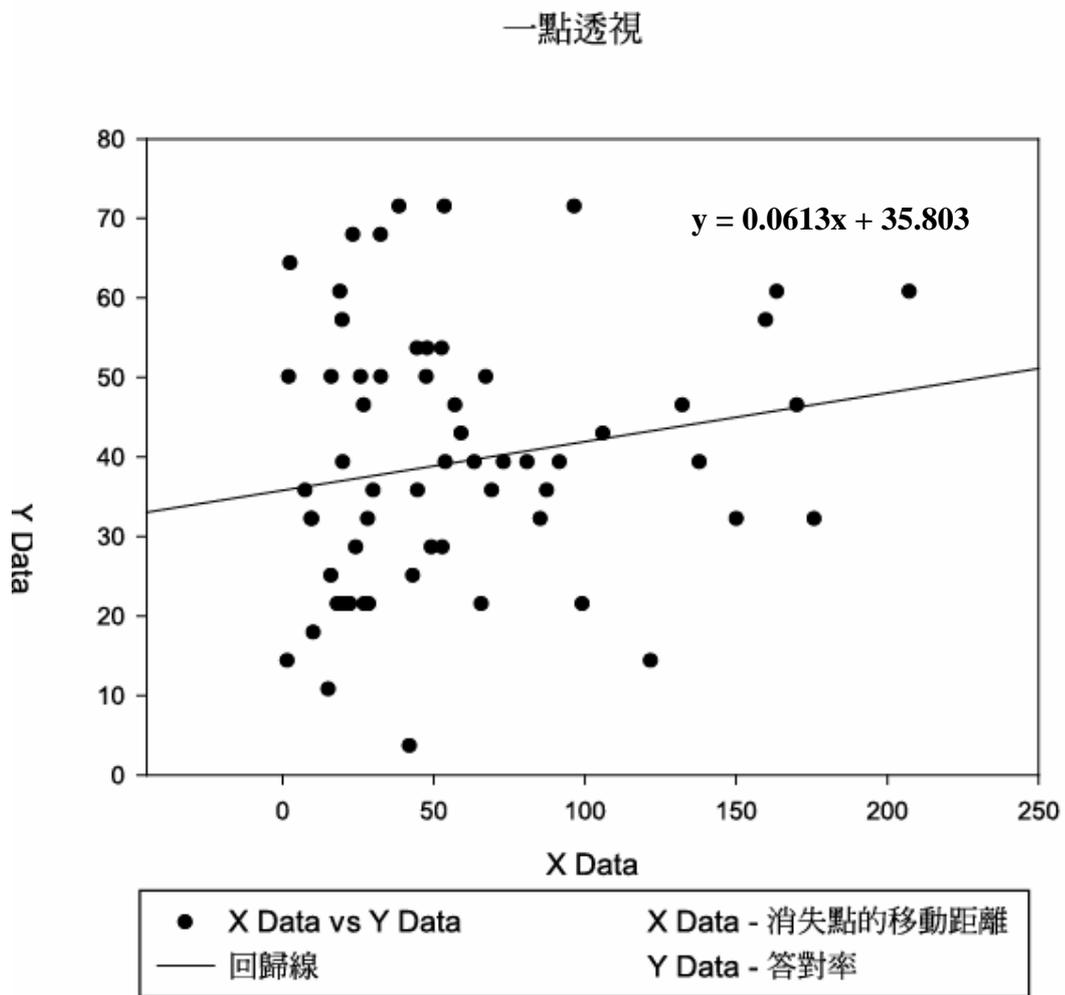


圖 4-1-4 一點透視的線性迴歸

從上圖 4-1-4 之迴歸散佈圖中，各筆觀察值之分佈狀態相當分散，難以看出有正相關或負相關的關係。此外，表 4-2-7 中，F統計量= 2.136，其p值為 0.149，大於.05，呈現不顯著狀態，顯示此迴歸方程模式中與Y之間並無顯著相關性存在，也就是說，消失點的移動距離之變動，與答對率之間沒有顯著的相關，而調整後 R^2 指出X變化對於Y的影響程度也僅有 0.018。

二點透視的線性迴歸:

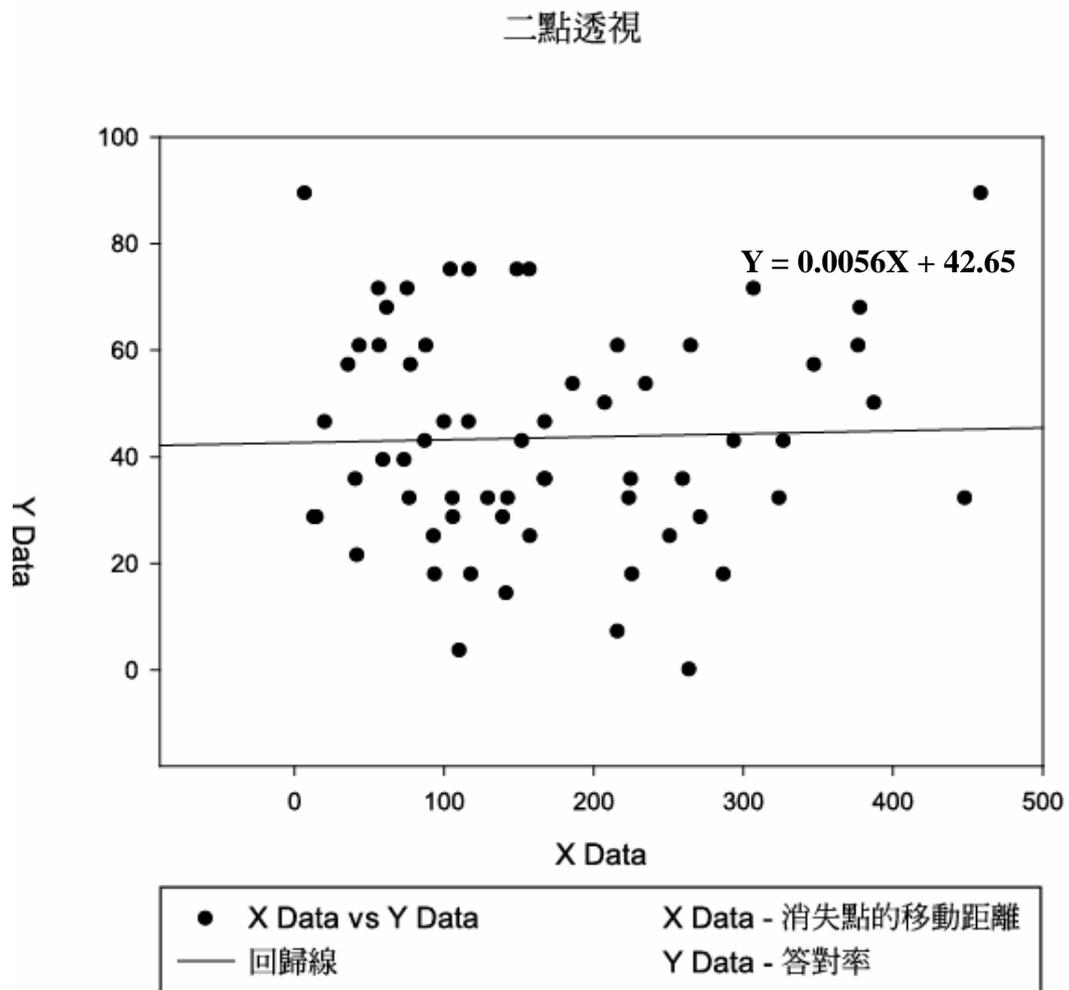


圖 4-1-5 二點透視的線性迴歸

上圖 4-1-5 之迴歸觀察值的散佈圖中，各筆觀察值分佈狀態分散，看似並無正相關或負相關存在，而 4-2-7 之迴歸結果指出，其總檢定 F 統計量為 0.057，p 值為 0.812，明顯大於 .05，為不顯著狀態，也就是說此迴歸模式之 X 與 Y 並無顯著相關。

三點透視的線性迴歸:

三點透視

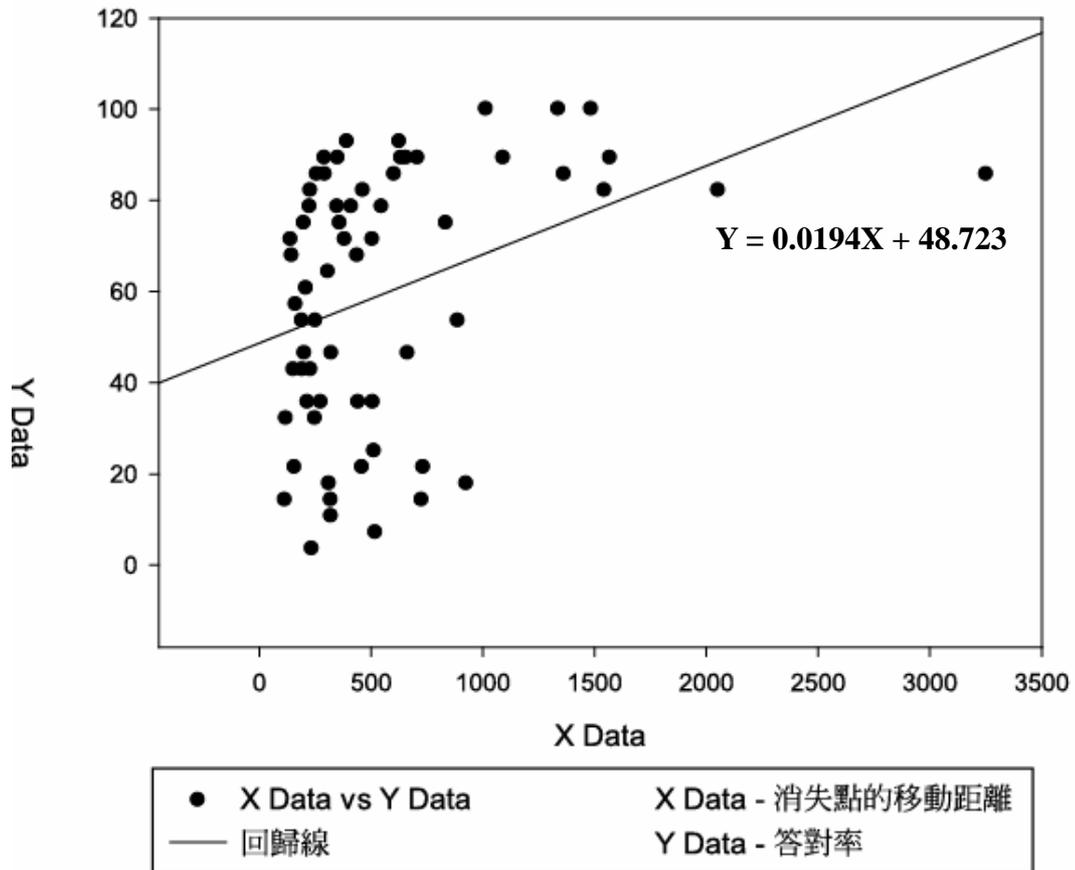


圖 4-1-6 三點透視的線性迴歸

上圖 4-1-6 為三點透視之迴歸方程模式與觀察值之分佈狀態，其中分佈圖亦難以看出消失點的移動距離與答對率之間的線性關係是否正相關或負相關，而從表 4-2-7 中可發現其總檢定F為 9.548，值=0.003，明顯小於 0.05，因而表示此迴歸方程模式中，與Y之間存在一線性關係，但是又可從調整後 $R^2=0.121$ 中得知，X能解釋Y的程度性很低，也就是說，消失點移動距離能影響答對率的程度很低。

第五章、結論與建議

5.1、分析結果討論與意涵

(一) 探討人對於同一畫面中透視消失點不一致的敏感度。

根據線性迴歸出來的結果，畫面中消失點的移動距離（消失點之不一致程度）與答對率存在著正向相關的線性關係，亦即當畫面中消失點不一致的程度越高，也就是說，當兩個消失點之間的距離愈大，那麼受試者愈容易察覺到畫面上的錯誤或不協調，以致於影響答對率的高低。但是，根據調整後 R^2 所呈現的數據，結果指出消失點距離對於答對率的影響並不大；換句話說，除非當 X （消失點移動距離）很大時， Y （答對率）才會有明顯的增加。

此外，分別討論一點透視、二點透視、三點透視的線性迴歸，研究結果發現一點透視與兩點透視的迴歸模式中， X （消失點移動距離）與 Y （答對率）彼此間並沒有顯著的線性相關，消失點的移動距離大小對於答對率高低也不會造成影響。相較起來，三點透視的刺激測試圖案之實驗中，消失點的移動距離與答對率高低呈現較顯著的線性相關，但調整後 R^2 之數據也同時指出，即使 X 與 Y 之間具有顯著相關性存在，但 X 對 Y 的影響程度是有限度的。

研究結果指出（1）消失點的變動是在水平方向移動，則受試者對於此偵錯作業的表現都非常不理想，僅在三點透視的情況能夠勉強高於猜測的答對水準，一點與二點兩點透視的情況與猜測機率無異。（2）消失點移動的絕對量對於偵錯作業的難易程度之預測力薄弱。

(二) 透視知覺靈敏度與各變數間的關係

在三因子變異數分析中，本研究探討三個因子（幾點透視、軸的改變、移動單位）對透視圖之辨錯作業的影響。但是由於（幾點透視*軸的改變*移動單位）三因子之交互效果並不顯著，因此本研究將三因子變異數分析更進一步區分為三個兩兩因子之間的關係，亦即雙因子變異數分析，如下分別進行探討：1. 幾點透視與軸的改變 2. 軸的改變與移動單位 3. 幾點透視與移動單位。

1. 幾點透視與軸的改變：

根據圖 5.1.1，不管在幾點透視的情況下，Z 軸上的變動對於答對率的影響較大，其次為 Y 軸上的變動，最後才是 X 軸上的變動。也就是說，人類的透視知覺，對於 Z 軸上變動較具有敏感度存在。此外，不論在哪一軸的變化下，三點透視的情況對於答對率的影響力均高於一點透視與兩點透視情況對於答對率的影響，也就是說，人類的透視知覺，在三點透視的情況下較具敏感度。

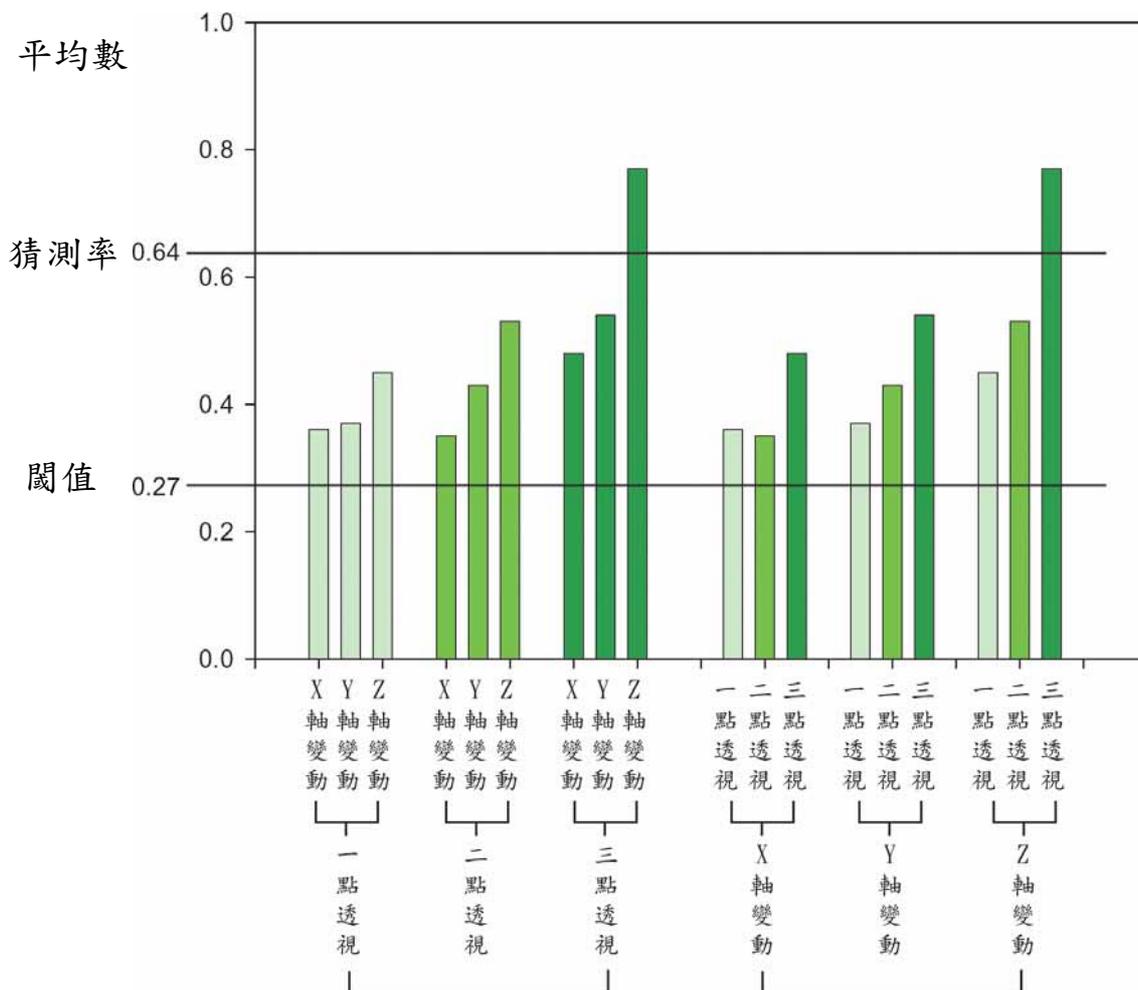


圖 5.1.1

2. 軸的改變與移動單位

根據圖 5.1.2，研究結果指出不論相機沿著哪一軸移動（X、Y、Z 軸），單位由 10、20、30 增加的情況下，答對率也會隨之提高。反之，若以相同單位移動為基準（在固定移動 10 單位或 20 單位或 30 單位之下），則相機沿著 Z 軸移動對於答對率的影響最大，其次為 Y 軸，最後為 X 軸。

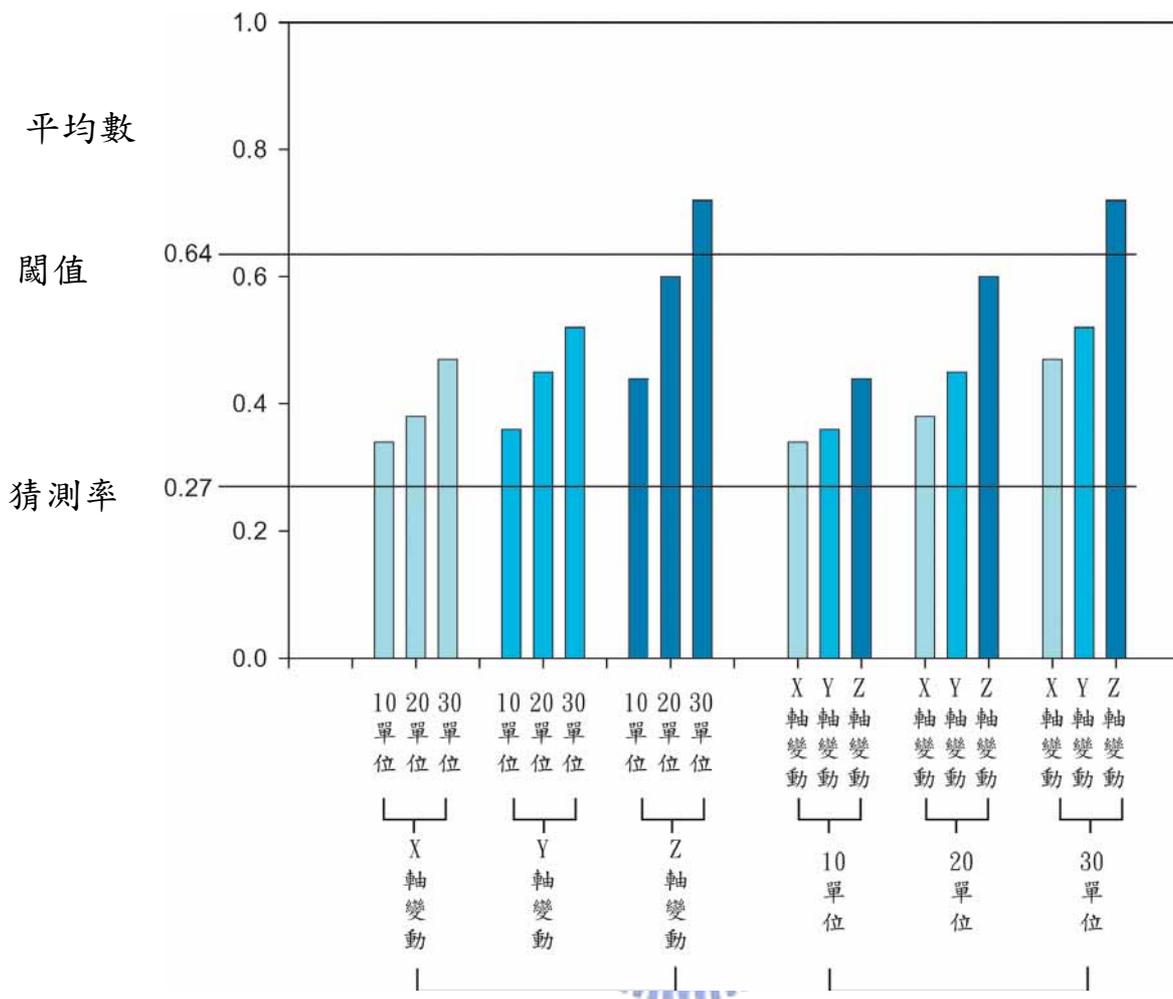


圖 5.1.2

3. 幾點透視與移動單位

根據圖 5.1.3，研究結果指出不管在幾點透視的情況下，若相機的移動單位由 10、20、30 增加，則答對率也會隨之提升。反之，若以相同單位移動為基準(即固定移動 10 單位、或 20 單位、或 30 單位之下)，則皆以三點透視為構圖基準的刺激測試圖形對於答對率的影響最大，其次為兩點透視對答對率的影響力，而一點透視對答對率的影響力則呈現最小。

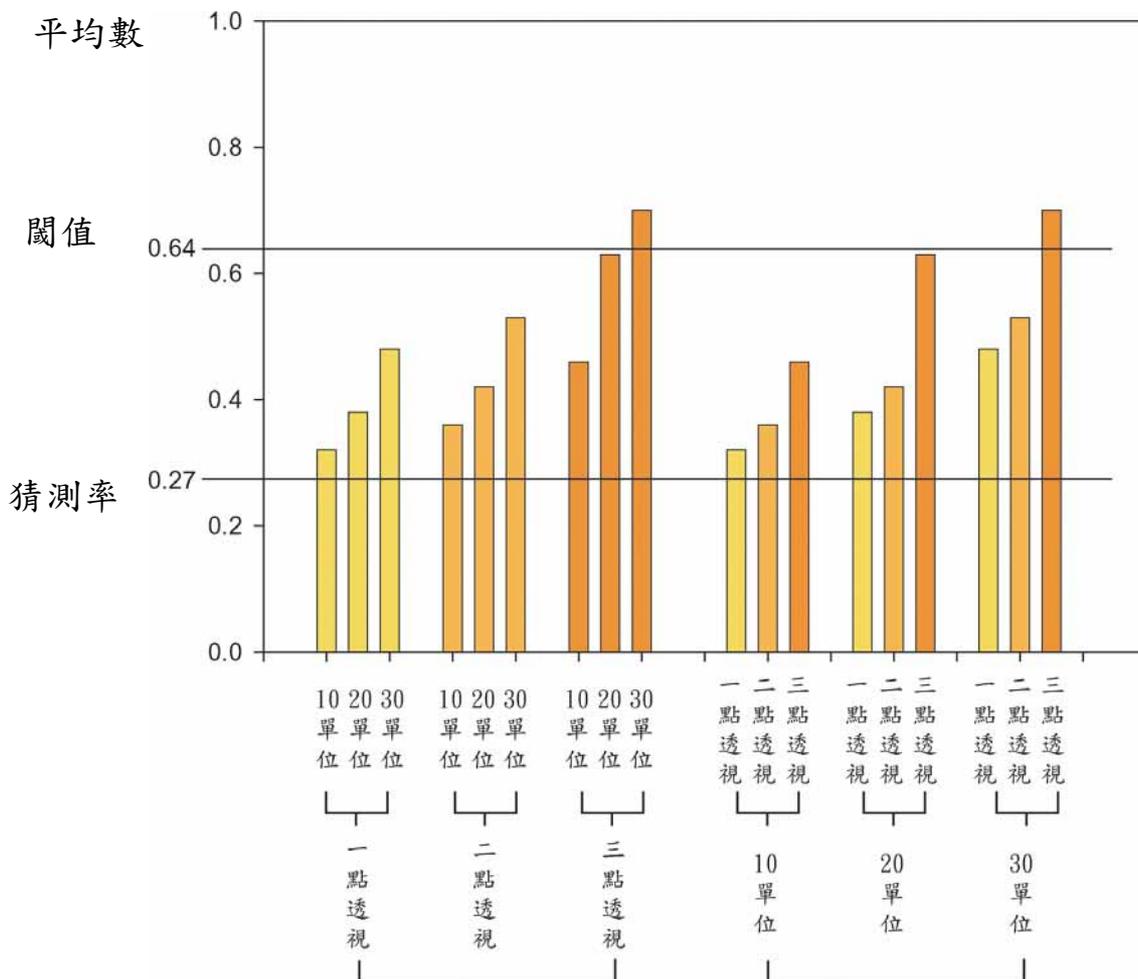


圖 5.1.3

綜合幾點以上幾點，知道只要畫面中消失點不一致的線索越多的話（三點透視>二點透視>一點透視）及錯誤消失點與原來消失點的距離差距越大，受測者更能觀察的出來錯誤性。並且只有在三點透視、Z軸的改變跟移動單位 30 的兩兩情況下，答對率才有超過閾值，因此人對於透視錯誤非常不敏感。

5.2、研究限制

由於現在 3D 軟體本身的限制，本研究並無法事先設定消失點距離為多少，來進行刺激測試圖片的繪製，以測試在消失點距離為多少之下，答對率會有多高。因此，在本研究的實驗設計上，僅能依據幾點透視、軸的改變以及移動單位三項因子的變動做為基準，以繪製刺激測試圖片，之後，再進一步進行消失點移動距離的計算，探討消失點距離的變化，對於答對率的影響。

5.3、後續研究與建議

基於研究限制，本實驗所做出來的刺激圖形，其中的消失點移動距離是後來才計算出來的，因此即使控制的變數為定量的變化，但是所造成的消失點移動距離卻不是依照一定的比率在變化，所以在做回歸時 X 軸的範圍區間相當的廣。若是要更精確的測量人類對於畫面中消失點不一致性的敏感度的話，應以消失點距離做定量的變化，來繪製刺激圖形。

綜合來說，人類之視知覺對於同一畫面中透視消失點不一致的敏感度，是相當低的，因此在藝術與設計創作的過程中，並不需要過份拘泥在正確的透視法當中，而忽略了其它方面的運用，例如色調、筆觸、構圖等等..，因此為了畫面的整體性，畫面中消失點的一致性並不需要優先考慮。

參考文獻

中文部分：

- Bertoline, R.G. & Wiebe, E. (2003), Fundamentals of Graphics Communication, 余永平，第三版，基本圖學，六合出版社，台北。
- Parramon, J.M. (1997) , Perspectiva Para Artistas, 吳欣潔, 透視，三民書局，台北。
- Angrill, M.C. & Parrammom, M.J.(2002), El Gran Libro dela Perspectiva, 黃勇明, 第二版，透視，三名書局。
- Solso, R.L.(1994), Cognition and the Visual Arts, 梁耘瑋, 視覺藝術認知，全華科技圖書股份有限公司。
- Letts, R.M, The Cambridge Introduction To Art : The Renaissance(2000), 錢乘旦, 劍橋藝術史 (4)：文藝復興，桂冠圖書。
- 周文賢 (2002)，多變量統計分析，初版，智勝文化。
- 吳明隆 (2003)，SPSS統計應用學習實務：問卷分析與應用統計，版，知城數位科技。
- 李江山，孫慶文，陳一平，陳建中，黃淑麗，黃榮村，葉素玲，龔充文，櫻井正二郎 (1999)，視覺與認知—視覺知覺與視覺運動系統，遠流，台北。
- 賴傳鑑(1993)，透視圖法，藝術圖書公司，台北。

英文部分：

Goldstein, E.B.(2002), Sensation and perception,6th edition,Wadsworth,
USA.

Alberti, L.B., On Painting,Cecil Grayson,Penguin Classics.

Kubovy, M.(1986), The psychology of perspective and renaissance art ,
Cambridge University presses.

Nicholas, J.W.& Swanston, M.T.(2001), Visual Perception ,2nd edition,
Psychology,UK.

Rookes, P. & Willson, J.(2000), Perception: Theory, Development and
Organization , London,Routledge.

網站部分：



AMS,Alberti's Perspective Construction,

<http://www.ams.org/new-in-math/cover/alberti2.html>

Andrejs Treibergs ,The Geometry of Perspective Drawing on the
Computer,

<http://www.math.utah.edu/%7Etreiberg/Perspect/Perspect.htm>

Tyler, C.W, Perspective as a Geometric Tool that Launched the
Renaissance,

[http://www.ski.org/CWTyler_lab/CWTyler/Art%20Investigation
s/PerspectiveHistory/Perspective.BriefHistory.html](http://www.ski.org/CWTyler_lab/CWTyler/Art%20Investigation/s/PerspectiveHistory/Perspective.BriefHistory.html)

Tyler, C.W, The Rules of Perspective,

[http://www.ski.org/CWTyler_lab/CWTyler/Art%20Investigation
s/PerspectiveRules/PerspectiveRules.html](http://www.ski.org/CWTyler_lab/CWTyler/Art%20Investigation/s/PerspectiveRules/PerspectiveRules.html)

J O'Connor, E F Robertson, Mathematics and art—perspective,

<http://www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/HistTopics/Art.html#s29>

Kevin Heng Ser Guan, Perspective in Mathematics and Art,

<http://www.math.nus.edu.sg/aslaksen/projects/perspective/>

Wenner, K., Gallery of Work, <http://www.dodger.com/wenner/gallery.htm>

Calter, P., BRUNELLESCHI'S PEEPSHOW & THE ORIGINS OF PERSPECTIVE,

<http://www.dartmouth.edu/~matc/math5.geometry/unit11/brunelleschi>

Woodrow, R., Alberti's Window,

<http://www.newcastle.edu.au/discipline/fine-art/theory/analysis/an-words.htm>

Naughton, R., Drawing Aids to Perspective,

http://www.acmi.net.au/AIC/DRAWING_MACHINES.html

Sln, Leonardo's Perspective,

<http://www.mos.org/sln/Leonardo/LeonardosPerspective.html>

李賢輝，西洋藝術史--文藝復興

<http://vr.theatre.ntu.edu.tw/fineart/database/chap19/chap19-05.htm>

謝翠如，空間知覺的單眼靜態線索和透視原理，

<http://www.cc.nctu.edu.tw/~u9042501/indexperspective.htm>