

# 國小學生運用電腦滑鼠繪圖與美術畫筆 繪圖之線條形式比較研究

黃瓊儀、李堅萍\*

## 摘 要

本研究旨在探討國小學生使用電腦滑鼠與美術畫筆繪圖時線條形式的差異。本研究所獲致之結論如下：

(一)學生使用傳統美術畫筆繪圖在寫實畫主題之線條流暢感的表現優於電腦媒材，但線條流暢感在想像畫主題的作品上，兩種媒材則無顯著差異。

(二)繪畫主題是影響線條樣式的最主要因素——寫實畫較想像畫主題有較多的線條樣式表現。

(三)除了「彎彎曲曲的開線」線條樣式外，兩種媒材在線條樣式的集中情形趨於一致。

(四)寫實畫較想像畫主題有較佳的線條粗細感表現，但不同媒材的線條粗細感表現無顯著差異。

(五)不論繪畫主題，電腦媒材繪圖於線條濃淡的表現上，較美術畫筆繪圖為優。

關鍵詞：電腦繪圖 美術畫筆 線條形式

---

黃瓊儀：高雄市左營國民小學教師

\*李堅萍：國立屏東師範學院美勞教育學系助理教授

# **Comparative Study of Pupils' Line-drawing styles When Painting with Computer Mouse and Paint Brush**

**Chiung-Yi Huang & Zen-Pin Lee \***

## **ABSTRACT**

The purpose of this research was to investigate the differences in line styles when elementary school students draw with computer mouse and with paint brush, and the research has come up with the conclusions as follows:

- (1) In terms of the smoothness of lines, students perform better when they draw realistic subjects with traditional painting pens than with the computer medium, but there is no significant difference between these two media when they draw imaginary subjects.
- (2) The subject of drawing is the most important factor that influences line forms – the realistic drawing subject has more expressions of line form than does the imaginary drawing subject.
- (3) Except the “winding line” line form, the two media are consistent in terms of the concentration of line forms.
- (4) The realistic drawing subject has better expression of line fineness than does the imaginary drawing subject, but there is no significant difference between the two media in terms of their expression of line fineness.
- (5) Regardless of drawing subjects, the computer medium is superior to drawing pens in terms of the expression of line color shade.

**Key words: computer graphic , art paint brush , line styles**

---

Chiung-Yi Huang : Teacher, Tso-Ying Primary School, Kaoshiung

\*Zen-Pin Lee : Assistant Professor , Department of Arts and Crafts Education,  
National Ping Tung Teachers College

# 國小學生運用電腦滑鼠繪圖與美術畫筆 繪圖之線條形式比較研究

## 壹、緒論

### 一、研究動機

藝術是人類文化的歷程與結晶，更是人類文化生活的重心之一。藝術記錄了時代的沿革，與時代的現象和發展密不可分。隨著工具的變革與媒材上的開發，藝術表現的可能性也不斷的在拓展，近年來資訊工業快速成長，人人皆可輕而易舉地利用電腦來處理大量的資訊與影像，人類已邁進了一個新次元的資訊空間，對於這樣的一個新時代的表現工具，帶給了我們新的視野，同時也改變了觀者的觀看方式和創作者的觀念與作法。因此，電腦不僅是藝術的創作工具，也能產生出藝術家所無法預料的結果。

在這二十一世紀的時代，資訊科技的進步，已經使得電腦成為許多人日常生活的一部份，人們利用電腦來進行各種活動的頻率也大大提高，後資訊時代已經不知不覺的來到，資訊科技的興起已經徹底衝擊傳統教育，不論是師生之間、教學方案或學校結構，都因資訊時代的來臨而有所改變。

在教育部(民92)公佈的「國民中小學九年一貫課程綱要」裡，「藝術與人文領域」課程目標的第一項目標，「探索與表現」指出：使每位學生能自我探索，覺知環境與個人的關係，運用媒材與形式，從事藝術表現，以豐富生活與心靈。因此，讓學生認識以及嘗試不同媒材從事創作，提供學生親身參與探究各類藝術的表現技巧，並且以科技融入教學或應用電腦來進行現代美術的教學，對美術老師將頗具意義，因為電腦繪圖被納入新課程的教材編撰之中，學生將使用電腦來繪畫，電腦將被當作一種新的創作媒材。

由於線條的繪製學習，一向是美術繪圖教學的要項之一，國畫中甚至有「國畫繪畫技法的發展史，約等同於線條主義的發展史」的說法，線條繪製訓練的重要性，在美術教育課程中的地位，不言可喻。這衍生出一個有趣的議題：學生使用電腦這種新媒材繪圖時，其線條繪畫表現形式是否會受到電腦媒材的介入而有

所影響？或者：電腦繪圖相較於美術畫筆繪圖，對於學生的線條表現形式有何差異？這真是運用電腦這項新美術創作媒材，令人欲一探究竟的議題。

## 二、研究目的與研究問題

本研究所欲達成之目的，則如下列所述：

(一)探討學生以電腦滑鼠繪圖與美術畫筆繪圖時線條表現的流暢性之差異情形。

(二)探討學生以電腦滑鼠繪圖與美術畫筆繪圖時線條樣式之差異情形。

(三)探討學生以電腦滑鼠繪圖與美術畫筆繪圖時線條感覺之差異情形。

根據本研究之研究目的，將待答問題列述如下：

(一)學生以電腦滑鼠繪圖與美術畫筆繪圖時線條表現的流暢性是否有所差異？

(二)學生以電腦滑鼠繪圖與美術畫筆繪圖時線條樣式是否有所差異？

(三)學生以電腦滑鼠繪圖與美術畫筆繪圖時線條感覺是否有所差異？

## 三、研究範圍與限制

### (一)研究範圍：

本研究以美術畫筆的繪圖媒材為範圍，不納入其他特殊媒材技法。電腦的繪圖媒材，基於能與美術畫筆有所類似性以達較高的比較性。因此本研究選擇以電腦軟體裡的畫筆工具而不考慮其它繪製方式。電腦繪圖的表現方式，則選擇以滑鼠直接在電腦上完成的創作方式。

### (二)研究限制：

本研究依照心象表現的寫實與寫意表現方式兩種表現方式來訂定繪畫主題。因此主題限制在自然的、生活的與幻想的題材範圍之內，選擇具代表性與適切性的題目做為實驗題目。研究對象限於國小五年級學生共六十五位參與實驗。在研究設計上，基於實驗對象的操作能力與實驗環境的先天限制，本研究中之軟體是選擇與傳統繪圖媒材極相似的 PAINTER 5.5 中文版繪圖軟體。

## 貳、文獻探討

### 一、學生的線條繪畫表現



















線條是由點的移動所構成的軌跡，是視覺元素中最基本的元素，亦是構成一件美術作品最基本的元素，所有的形體都是由線所組合而成。線條的形式具多樣性，張全成(民 83)認為線條可以薄、弱、輕、亮，也可以厚、強、重、暗。線條因產生的方式不同，展現的形式也有所不同。造型中的線有直線、折線、幾何曲線、自由曲線。同時線也具直曲、粗細、疏密、快慢、強弱等特質，經由這些不同的特質，線條可以表現出不同的情緒變化。

因此線條可畫出物體的形狀，也可以表現出畫面或形體的動勢，創造出創作品的某種形式與動感，傳達出不同的感覺，如運用輕細的線條來呈現輕巧、飄逸的感覺；應用粗重的線來表達出雄厚、強盛的感覺；使用曲線可使畫面具有流動感；利用水平線，可令人覺得平和、安定的感覺，故不管是幾何線條或是徒手線條，我們亦可自學生的畫中看到不同的線性表現。

繪圖中表現形式的元素，線條的表現乃是最基本的要素。Eng (1931)把兒童的「錯線期」現象分析為三種運動現象：(1)弧狀運動(2)圓形運動(3)多樣運動。因此，線條的表現代表著兒童身體肌肉的活動。而 Kellogg(1970) 對於幼兒的亂線則有深入的探討與細密的研究，其將兒童畫裡表現的線條加以分類成二十種樣式。如表 1 所示。Kellogg 認為無論是否經由眼睛的控制，凡由自發而描畫出的形，皆可包含在這二十種基本的亂線類型中。因此不論哪一種畫，皆可依 Kellogg 的二十種基本的亂線類型，由其中分解出基本亂線的要素。

表 1 二十種基本亂線

編號	圖形	名稱
亂線 1	• •	點
亂線 2		單縱線

編號	圖形	名稱
亂線 3		單橫線
亂線 4		單斜線
亂線 5		單曲線
亂線 6		複縱線
亂線 7		複橫線
亂線 8		複斜線
亂線 9		複曲線
亂線 10		彎彎曲曲的開線
亂線 11		彎彎曲曲的閉線
亂線 12		鋸齒狀線或波狀綫
亂線 13		單輪線
亂線 14		複輪線
亂線 15		渦卷線
亂線 16		重疊的圓
亂線 17		複圓周
亂線 18		擴散的圓
亂線 19		單交圓
亂線 20		不完全的圓

資料來源：研究者根據文獻歸納製表。

綜上而言，線條的表現不僅含有符號傳達意義的活動、影響視覺線條的感

覺，也代表著創作者一種運動狀態與活動性質。黃銘祝(民 76，36)認為「線條所產生的視覺效果暗示出作畫的經過，亦即是畫者運筆畫成的情景，並感受作者創作時所體認到的熟練、輕易、雄渾有力或刻意求精之感，並把這些感情投注於線條本身，經由線條的和諧、平衡、演進、律動等方式，產生畫面的統一與變化。」因此，線條的表達不但能夠傳達出學生繪畫中符號象徵的意義，也能讓人從線條的性質與組合中去了解與認識其表現的意義。

## 二、電腦繪圖與傳統繪圖之相關研究探討

隨著時代的進步，創作媒材亦隨著時代而變化。處於二十一世紀裡，新科技的不斷推陳出新，促使了創作媒材的多元性，創作的表現更是有別於以往。而創新之中電腦的發明可說佔了相當重要的位置，他影響了人類生活的每個層面，而在這波科技文明的改革之中，藝術創作或是藝術教育也受其相當大的影響。

本研究係以歸納相關的電腦繪圖與傳統繪圖之比較研究的趨向，及探討的重點，以作為研究設計的參考基礎。藝術教育研究中有關創作能力的研究，是屬於視覺藝術學習的實証研究。研究如何處理媒材來從事創作等相關之研究，雖是藝術教育研究的一個重要面向，但對於傳統繪圖與電腦科技方式繪圖之相關研究部分，可說是一個待研究者不斷去探究的領域。

就傳統繪圖與電腦科技方式繪圖加以討論比較之研究，在國內外的論文研究仍屬不多。以下就相關之研究分析探討之。

McAllister(1990)以準實驗研究法進行前後測實驗研究。探討五年級學生在從事人物畫之前和之後，對於繪畫活動與繪畫媒材的態度。以及當他們在繪畫時，學生如何處理他們的媒材。研究對象為一百二十位五年級學生，採隨機分派方式分為實驗組和控制組兩組。以寫實人物畫為主題。控制組以傳統繪圖工具繪圖，實驗組以微電腦繪圖媒體作繪畫練習與寫實人物畫的製作。其研究指出，不論使用電腦或傳統媒材進行繪圖，兩組都有積極的態度。而女生比男生有更高的積極態度表現。在媒材使用的技術上，兩組顯示出相似的成就，而在前後測四個變項(比例、表面的表現、明暗、輪廓線的使用)的計分上，兩組無顯著差異。實驗組在增進繪畫技術有明顯差異。結果證實電腦繪畫教學如同傳統媒材工具一樣，對於教學和練習都是有益的工具。

陳淑珠(民 85)試圖要透過認知心理學的實證方法，來研究探討視覺傳達設計中，電腦與傳統二種媒材的設計思考活動有何差異。以一位受測者分別以電腦及

傳統二媒材來從事海報口語分析實驗，實驗工具設定傳統組與電腦輔助組都以畫筆工具為媒材。其研究結果指出，透過口語分析實驗的資料整理與觀察，對設計思考活動加以分析，歸納出二組實驗在素描階段與完稿階段的行為模型。更進一步的發現動作種類的差異，並針對動作種類的差異再作分析。最後綜合視覺設計思考的分析與動作種類的分析，討論二者之間的關聯性，並提出案例加以驗證。

謝秀珮(民 87)探討兒童在使用傳統媒材和電腦媒材繪圖時，其透視感的表現是否會隨著媒材的不同而有所改變？以及粗略討論兒童在使用電腦為工具進行線性透視的描繪時，和使用傳統工具時認知上的異同點。其研究以實證研究為主，分兩階段進行研究。第一階段進行紙筆和電腦的靜物寫生，第二階段進行口語分析。研究對象為分國小低、中、高、美術班、普通班的學生。實驗工具為傳統媒材的工具，主要選擇兒童最熟悉的工具，圖畫紙、鉛筆、橡皮擦以及畫板。電腦繪圖工具選擇的軟體是選擇普及性很高的 windows 應用程式小畫家。其研究結果指出，兒童使用傳統媒材和電腦媒材描繪個別物體的表現以及花紋的表現時達到顯著差異，但是整體空間透視的表現卻沒有達到顯著差異。經過進一步分析兒童的畫作以及口語資料得到的結論是：鉛筆畫和電腦畫呈現不同的風格類型，使用電腦描繪時線條比較精準、理性，會出現較多的幾何圖形；在繪畫的行為模式與認知上，兒童會因應媒材的特性而調整其繪畫的策略，如使用電腦描繪重疊關係的步驟便和鉛筆不同，另外在繪畫的過程中，分析、整合的步驟也不同。

林淵岳(民 89)探討傳統繪畫與數位影像在視覺傳達設計上之運用—以臺灣形象海報創作為列，研究先對設計中具最佳傳達效果的「海報設計」作基本介紹，並對海報設計在臺灣的發展情形作一探討，以及簡單介紹設計與出版的好幫手—數位相機之基本原理與構造，並淺談數位科技如何結合電腦繪圖運用於海報設計以及海報設計中所呈現之繪畫性及關連性，以作為創作之參考依據與理念來源。最後階段便是將繪畫性之原理實際運用於臺灣形象海報之中，從中探討形式原理如何套用在數位影像的處理上。透過繪畫性之處理以得到不同的設計結果。

黃仲菁(民 86)嘗試承繼前人兩篇研究，設計一套分析流程：設定不同複雜程度的繪圖任務，要求有軟體使用經驗的設計師在手繪環境與電腦繪製環境中進行繪製任務；首先，先進行一個初步測試，以檢測實驗是否過程順利，以及分析是否可行。在初步測試的分析後，修正了繪製圖樣的數目，並且修改先前研究的 LAMM 功能分類，以繪圖輔助—細部繪製—整合—操弄—修改 (DaDAMMo) 的新編碼方式，來分析手繪與電腦繪製的行為與功能運用。

在正式實驗中，四位有豐富軟體使用經驗的設計師，被要求在手繪環境與電



腦繪製環境中完成三個繪圖任務，其中兩位設計師運用 Illustrator 軟體，另兩位設計師運用 AutoCAD 軟體。四位受測者的繪圖流程，被錄影記錄，並加以分析。分析中首先預估各繪製圖樣的最佳 DAM 策略形式，然後實際比較受測者的電腦繪圖行為，觀察策略的運用是否如預估的出現，並了解牽涉的功能運用。另外，也進行受測者手繪與電腦繪製之間的行為比較，以及不同軟體及不同受測者之間策略運用比較。實驗結果中，受測者的繪圖策略以及功能運用，可以透過這樣的分析而被清楚的歸類與比較。研究結果顯示，影響 DAM 策略中如何細部繪製圖形的因素，包括不同繪圖軟體定義繪圖元件的方式，以及受測者本身內心支解圖形（mentaldecomposition）的差異。另外，相同的 DAM 策略，其功能運用也可能不同，也因而出現效率的差異；而其可能發生的原因，值得另外加以探討。

萬朋蕙(民 87)針對使用電腦及傳統媒材進行構想發展之視覺思考差異的研究——基於工業設計案例的碩士論文中，探討電腦輔助設計對整個設計過程的衝擊，如形式文法、專家系統之類。但電腦輔助構想設計蓬勃的今日，缺乏針對使用此種新媒材的相關認知研究，此即為該研究的議題。研究以紀錄受測設計者進行構想發展時的視覺過程為主，以作者事後詢問受測者特定問題的口語資料為輔，以三組編碼系統來進行分析。目的在了解到在工業設計領域，使用電腦作為構想發展的工具是可行的，而使用兩種不同媒材進行構想發展的設計者，在設計的呈現以及設計認知的互動式意象都有差異，但在心像呈現的類型上卻是相同的，差異產生的原因主要是來自相異媒材的各自特性；但該研究中對繪圖形式的解釋內涵，仍然薄弱。

Line(1996)以準實驗研究法，比較使用兩種媒材間對於三次元物體描繪的差異。研究對象為 11-15 歲的青少年，隨機分兩組各 14 人，第一組先以電腦繪圖再以徒手方式繪圖，第二組反之。兩組進行交叉實驗。繪圖主題以盒子、瓶子、可樂罐逐次繪圖。資料收集採兩階段進行。第一階段為作品計分，第二階段為訪談，之後再進行兩項資料的分析。其研究結果指出，以電腦媒材繪圖呈現幾何結構的特色，而以紙張與鉛筆繪圖則呈現出描寫性的符號。結果也顯示，學生使用一個媒材到另一個媒材時，並無學習遷移的影響。

England (2000)採實驗研究法，研究學生使用兩種媒材繪畫結果的關係，以及使用兩種媒材的繪畫過程有何差異，分析空間、線條、輪廓、明暗度、顏色的表現差異，以及學生使用過兩種媒材後的感覺與認知。研究對象來自原班級 9-11 歲的二十位學生，分兩組各 10 人。第一組先以電腦繪圖再以傳統方式繪圖，第二組反之。繪圖主題為房子的描寫。研究者先進行學生背景問卷調查，之後進行學

生軟體技巧的訓練，然後正式分組繪圖，研究對象受測後接受訪談，收集繪圖資料與訪談資料後，進行資料分析。其研究結果指出，兒童使用傳統媒材和電腦媒材描繪線條與輪廓的表現時達到顯著差異。電腦繪圖包含更多的幾何形式，以及線條。而有許多線條表現是使用直邊工具來繪畫。當比較傳統媒材和電腦媒材的經驗時，電腦繪圖容易更改的特性以及豐富的色彩的特性，使得學生會優先選擇電腦媒材來作畫。

自以上的相關研究可以發現，在有關藝術領域運用電腦這個新科技媒材從事創作的研究中，有關電腦繪圖與傳統繪圖媒材的比較研究，主要的範圍在於比較傳統媒材與電腦媒材在運用上的表現差異，以及探討創作者對於不同媒材的認知態度。現有文獻中多重於以實驗研究法來比較兩種媒材的關係。而國內的研究，對於國中小學生運用電腦與傳統繪圖表現的比較研究，則屬初步研究，比起國外的相關研究而言，實有努力的空間。

因此，本研究將以相關的研究文獻為基礎，更深入的延續探討國小學生在運用電腦與傳統美術畫筆繪圖時，其線條形式的差異。

## 參、研究方法

### 一、實驗設計

本研究基於研究的目的進行實證研究，此實驗是分別關於學生只使用美術畫筆及只使用電腦繪圖的線條表現。學生進行實驗前先進行四週的軟體教學練習，每次約四十分鐘，六十五位學生隨機分 A、B 兩組，進行交叉實驗，A 組先進行電腦繪圖，再進行美術畫筆的繪圖，B 組先進行美術畫筆的繪圖，再進行電腦繪圖。實驗交叉進行是為了增加實驗的可信度，排除成熟、同時事件、測驗.....等影響內在效度的無關變，活動流程如表 2 所示。

而在正式實驗之前，對研究對象的背景進行問卷調查，以了解研究對象使用美術畫筆與電腦繪圖的經驗。並做一個調查性預試，以確定受測者是否能勝任實驗。因此本研究係以六十五位國小五年級學生為對象，分為 A、B 兩組，依(一)實施練習課程(二)施行調查性預試(三)進行實驗之程序，進行研究。

表 2 實驗活動流程表

週別	組別	繪圖工具	主題
第一週	A	電腦	靜物寫生
	B	美術畫筆	
第二週	A	美術畫筆	靜物寫生
	B	電腦	
第三週	A	美術畫筆	想像畫
	B	電腦	
第四週	A	電腦	想像畫
	B	美術畫筆	

實驗進行時，為排除無關變項，本研究所採用的美術畫筆工具，為兒童最熟悉的工具，且由研究者統一提供相同用具供學生使用。實驗活動進行期間，每個研究對象被安排在同一個地方，使用同樣的工具。為排除無關變項的立意考慮，研究對象使用電腦繪圖實驗活動進行期間，每個研究對象被安排在同一個地方，使用同樣的工具，以使實驗環境一致。

## 二、研究對象

參與研究的實驗對象原始人數為七十二人，由於實驗過程 A 組有五人因生病及缺席未能全程參與實驗，B 組有兩人因缺席未能全程參與實驗。因此本研究的實驗對象實際為六十五位國小五年級學生，男生三十八位、女生二十七位。A 組三十一位學生，B 組三十四位學生。平常於學校都有學習電腦的相關課程，且於二年級就開始學習電腦相關課程，所以所有的研究對象都有學習電腦的經驗。

## 三、實驗題目

繪畫題目共二個，二個題目分別從「寫實」與「寫意」兩種表現方式中選取，每個表現方式選取一個題目。「寫實」的創作題目主要是限制在觀察的靜物寫生，「寫意」的創作題目主要是限制在想像畫。題目的選取方式，請七位資深國小專

業美術老師，依其教學經驗，選擇一個「寫實」的創作題目，一個「寫意」的創作題目。定案之題目為「靜物寫生」寫實畫與「2100年的房子」想像畫。

## 四、研究工具

### (一)繪畫作品分析量表

當學生完成所有的繪圖之後，所有的作品將以研究者自編的繪畫作品分析量表來進行作品分析。此繪畫作品分析量表用來分析比較使用電腦與美術畫筆所完成的作品，以探究其中線條的表現形式與內涵的差異。

#### 1.作品評量表之編製

本研究之作品評量表的編製，主要是依據呂桂生(民82)、謝秀珮(民87)、England(2000)與Line(1996)相關研究中的評量表，並請兩位藝術教育專家審查，給予意見加以修正，以擬定出本研究之作品評量表。

#### 2.評量的標準說明

##### (1)線條表現的流暢性

由評分者進行學生作品的評分，評分等第分為五等第。作品評分的效度建立在研究者以及評分者對於相關學理的認識與瞭解。本研究之評分者有三人，其中一人為研究員本人，其他兩位則為兒童美術教育專家。本研究之信度採評分者間的一致性考驗，方法為從預試作品的兩個主題中隨機抽取作品六幅，由所有的評分者就這十二份作品各別評定。評分之結果，經肯德爾和諧係數(the Kendall coefficient of concordance)加以考驗之。

在「寫實畫」主題中，評分項目之S值為106.5，W值為0.76，大於S的臨界值103.9，在「想像畫」主題中，各個評分項目之S值為104，W值為0.78，大於S的臨界值103.9，故W值皆達顯著水準，三位評分者之間有相關存在，亦即，評分頗有一致性。

(2)線條樣式，是採取Kellogg(1970)研究所得之二十種基本的亂線類型，為評量的項目。依照每件作品的線條表現，加以記錄所有表現的樣式，並統計之。

(3)線條感覺的評定則是以線條之粗細與濃淡兩項加以評定之。本評量之評分者有二位，其中一人為研究者本人，另一位為在職之國小美勞教師並為視覺藝術研究生。效度建立在研究者以及評分者對於相關學理的認識與了解，以及初步評分共同討論的基礎上。

## (二)美術繪圖工具

本研究所採用的美術繪圖工具，為兒童最熟悉的工具，統一使用 8K 博士牌圖畫紙、利百代 B、2B 鉛筆兩枝、日製 Tombow 橡皮擦、王樣水彩顏料 24 色、飛龍水彩筆(6、12 號)、智慧牌專家用調色盤、金葉牌水袋、棉質抹布、15 公分直尺、12 色彩色筆、雄獅 15 色粉蠟筆以及 8K 畫板。

## (三)電腦繪圖工具

本研究所採用的作業系統為 MS Windows98，至於實驗用的硬體方面，則是選用國小教學現場的資訊基本設備：Pentium 350 cpu 主機的个人電腦、十四吋螢幕、滑鼠及鍵盤。

本研究所使用的軟體是選擇與傳統美術繪圖媒材極相似的 PAINTER 5.5 繪圖軟體。PAINTER 為專業彩繪軟體，在國外已廣被美術、設計、廣告等相關學校或行業使用，以能夠模擬傳統的自然繪圖工具和畫筆材質聞名，不論是鉛筆、粉筆、炭筆、水彩或蠟筆，都能夠輕易模擬。軟體功能與傳統美術繪圖的畫筆較為類似，有較高的比較性。因此，本研究選擇軟體 PAINTER 作為電腦繪圖工具。

## 五、資料處理

本研究所使用統計分析採用 SPSS/PC 進行，主要採用之方法：

(一)百分比統計(percentile rank)，求學生作品線條表現的樣式差異。

(二)皮爾森(Pearson)卡方( $\chi^2$ )檢定，求學生作品線條表現的感覺差異。

(三)肯德爾和諧係數(the Kendall coefficient of concordance)，在繪畫作品評分方面，為避免過於主觀，故有三位評分者進行評分。為了解此三位評分者之間的一致性情形，故使用肯德爾和諧係數以考驗評分者間信度(interjudge reliability)。

(四) t 檢定(t-test)，求學生作品線條表現成績的差異，故進行 t 檢定。

## 肆、資料分析與討論

由學生使用美術畫筆繪圖與電腦繪圖之實驗結果，以下依據(一)線條表現得分；(二)線條樣式；(三)線條感覺，統計與描述其間差異，並分析與討論所含意義。

## 一、線條表現得分之分析

以下針對各組受試在主題一「靜物寫生」寫實畫，與主題二「2100 年的房子」想像畫兩個主題的線條表現項目之統計與描述，並分析與討論之。

各組受試在兩個主題之線條表現得分之平均數、標準差，與相依樣本 t 檢定摘要表，如表 3、表 4 所示。

表 3 各組受試在線條表現得分之平均數與標準差摘要表

主題	組別	個數	平均數	標準差
寫實畫	美術畫筆	65	3.87	.83
	電腦	65	3.53	.79
想像畫	美術畫筆	65	3.81	.61
	電腦	65	3.72	.62

表 4 各組受試在線條表現得分之相依樣本 t 檢定摘要表

主題		成對樣本相關		成對變數差異		t 值	自由度	顯著性 (雙尾)
		相關	顯著性	平均數	標準差			
		寫實畫	美術畫筆-電腦	.585	.000			
想像畫	美術畫筆-電腦	.430	.000	.0870	.6646	1.054	64	.296

\*\*\* p < .001

由上述摘要表可以得知，兩組在題一「靜物寫生」寫實畫的得分平均數各為 3.87 與 3.53，兩個樣本的相關係數為.585。此一成對樣本檢定的  $t_{(64)}$  值為 3.690，顯著性為.000，考驗結果達顯著，表示兩組在「線條表現流暢」的得分有顯著的不同。由樣本平均數大小可以看出，學生使用美術畫筆繪圖的靜物寫生作品(3.87)，在「線條表現流暢」上，較學生使用電腦繪圖的靜物寫生作品(3.53)為優。

兩組受試在主題二「2100 年的房子」想像畫的得分平均數各為 3.81 與 3.72，兩個樣本的相關係數為.430。此一成對樣本的 t 檢定結果為不顯著，表示這兩組在「線條表現流暢」的得分平均數無明顯差異( $t_{(64)}=1.054$ ，n.s.)。

## 二、線條樣式分析

各組受試在主題一「靜物寫生」寫實畫與主題二「2100 年的房子」想像畫之線條樣式百分比分析摘要表，如表 5 所示：

表 5 線條樣式百分比摘要表(N=65)

項目	主題一				主題二			
	美術畫筆		電腦繪圖		美術畫筆		電腦繪圖	
	次數	%	次數	%	次數	%	次數	%
1 點	53	81.53	48	73.84	33	50.76	27	41.53
2 單縱線	65	100	62	95.38	62	95.38	64	98.46
3 單橫線	65	100	61	93.84	62	95.38	62	95.38
4 單斜線	54	83.07	34	52.30	61	93.84	50	76.92
5 單曲線	62	95.38	54	83.07	54	83.07	24	36.23
6 複縱線	11	16.92	13	20	6	9.23	4	6.15
7 複橫線	7	10.76	13	20	1	1.53	7	10.76
8 複斜線	19	29.23	14	21.53	11	16.92	5	7.69
9 複曲線	11	16.92	19	29.23	2	3.07	3	4.61
10 彎彎曲曲的開線	53	81.53	21	32.30	51	78.46	27	41.53
11 彎彎曲曲的閉線	1	1.53	11	16.92	1	1.53	2	3.07
12 鋸齒狀線或波狀線	53	81.53	42	64.61	23	35.38	10	15.38
13 單輪線	0	0	3	4.61	0	0	0	0
14 複輪線	0	0	0	0	0	0	0	0
15 渦卷線	49	75.38	51	78.46	1	1.53	0	0
16 重疊的圓	0	0	8	12.30	1	1.53	1	1.53
17 複圓周	0	0	4	6.15	0	0	1	1.53
18 擴散的圓	0	0	0	0	0	0	0	0
19 單交圓	0	0	10	15.38	1	1.53	3	4.61
20 不完全的圓	49	75.38	54	83.07	54	83.07	34	52.30
線條總共使用樣式(n=20)	14	70	18	90	16	80	16	80

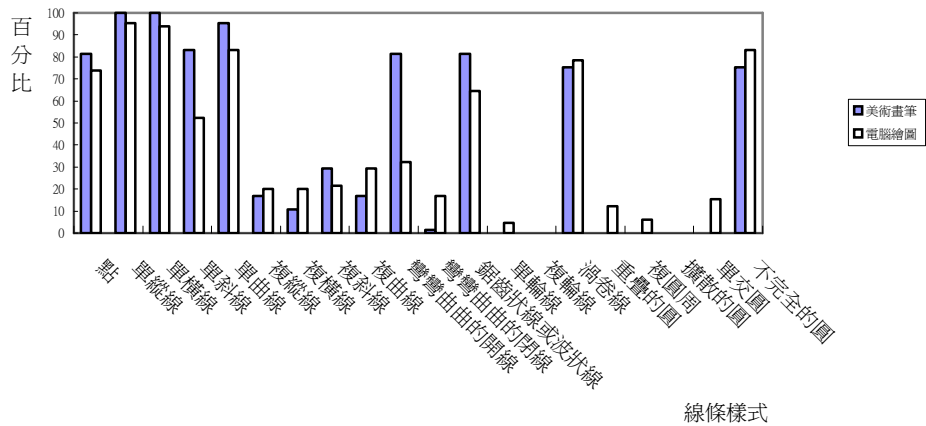


圖 1 靜物寫生畫線條樣式直方圖

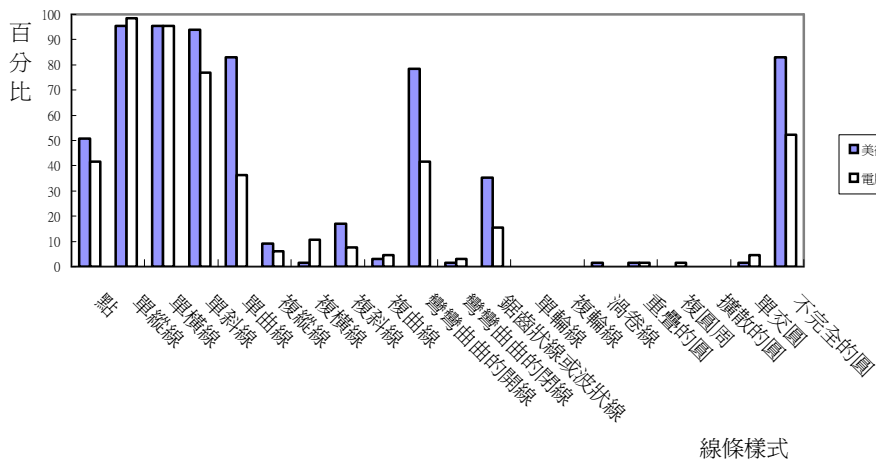


圖 2 想像畫線條樣式直方圖

由上述摘要表 5 可以得知，使用美術畫筆在主題一「靜物寫生」寫實畫線條樣式的表現，總共使用的樣式為 14 種。使用電腦繪圖線條樣式的表現，總共使用的樣式為 18 種，多了美術畫筆 4 種樣式。如圖 1 所示，美術畫筆線條樣式的使用都集中在點、單縱線、單橫線、單斜線、單曲線、彎彎曲曲的開線、鋸齒狀線或波狀線、渦卷線、不完全的圓。這些樣式的使用人數都高達 49 人(75.38%)以上。電腦繪圖線條樣式的使用都集中在點、單縱線、單橫線、單斜線、單曲線、鋸齒狀線或波狀線、渦卷線、不完全的圓。這些樣式的使用人數都達 34 人(52.30%)以上。電腦繪圖的線條使用樣式，除了在「彎彎曲曲的開線」這個樣式之外，其他



樣式的集中情形都和傳統媒材的線條使用樣式趨於一致，都達人數的 50%以上。

如圖 2 所示，學生在主題二「2100 年的房子」想像畫線條樣式的表現，使用美術畫筆的總共樣式，和使用電腦繪圖總共樣式一樣多，都為 16 種。美術畫筆線條樣式的使用都集中在點、單縱線、單橫線、單斜線、單曲線、彎彎曲曲的開線、不完全的圓。這些樣式的使用人數都達 33 人(50.73%)以上。電腦繪圖線條樣式的使用都集中在單縱線、單橫線、單斜線、不完全的圓。這些樣式的使用人數都達 34 人(52.30%)以上。電腦繪圖的線條使用樣式，除了在「彎彎曲曲的開線」、「點」這兩個樣式之外，其他樣式的集中情形都和美術畫筆的線條使用樣式趨於一致，都有達人數的 50%以上。

綜合分析可知，在兩個主題上，兩種繪圖媒材的線條總共使用樣式差異不大。就線條樣式的使用集中情形，使用兩種繪圖媒材在「鋸齒狀線或波狀線」、「渦卷線」兩種線條樣式，於主題一「靜物寫生」寫實畫的比例均達 64.61%以上，明顯高於主題二「2100 年的房子」想像畫裡所佔的人數百分比。此外，在兩個主題上，電腦繪圖的線條使用樣式在「彎彎曲曲的開線」這個樣式的人數，比起美術畫筆的人數少。

### 三、線條感覺分析

各組受試在主題一「靜物寫生」寫實畫與主題二「2100 年的房子」想像畫之線條粗細感表現百分比分析摘要表，線條濃淡表現百分比分析摘要表，如表 6、表 7 所示，線條感覺表現卡方考驗摘要表，如表 8 所示：

表 6 線條粗細感表現百分比摘要表(N=65)

項目	主題一				主題二			
	美術畫筆		電腦繪圖		美術畫筆		電腦繪圖	
	次數	%	次數	%	次數	%	次數	%
1 有粗細表現	48	73.8	40	61.5	28	43.1	26	40
2 沒有粗細表現	17	26.2	25	38.5	37	56.9	39	60

表 7 線條濃淡表現百分比摘要表(N=65)

項目	主題一				主題二			
	美術畫筆		電腦繪圖		美術畫筆		電腦繪圖	
	次數	%	次數	%	次數	%	次數	%
1 有濃淡表現	17	26.2	37	56.9	6	9.2	18	27.7
2 沒有濃淡表現	48	73.8	28	43.1	59	90.8	47	72.3

表 8 線條感覺表現卡方考驗摘要表(N=65)

項目	主題一			主題二		
	卡方值	自由度(df)	顯著性(p)	卡方值	自由度(df)	顯著性(p)
1 有粗細表現	2.251	1	.134	.127	1	.722
2 濃淡表現	12.671	1	.000***	7.358	1	.007**

\*p&lt;.05 \*\*p&lt;.01 \*\*\* p&lt;.001

由上述摘要表 8 可以得知，在主題一「靜物寫生」寫實畫，學生使用兩種不同繪圖媒材與線條粗細感表現的差異，經過卡方檢定， $\chi^2_{(1)}=2.251$ ， $P=.134>.05$ ，未達顯著水準。由上述摘要表 6 可以得知，運用兩種媒材的寫實畫線條均有頗高的粗細感表現，使用美術畫筆為 48 人(73.8%)，稍微高於使用電腦繪圖的 40 人(61.5%)；但兩種不同繪圖媒材與線條粗細感的表現沒有顯著的差異。

在主題二「2100 年的房子」想像畫，學生使用兩種不同繪圖媒材與線條粗細感表現的差異，經過卡方檢定， $\chi^2_{(1)}=.127$ ， $P=.722>.05$ ，未達顯著水準。由上述摘要表 6 可以得知，運用兩種媒材的想像畫線條較無粗細感的表現，使用美術畫筆為 28 人(43.1%)，只稍微高於使用電腦繪圖的 26 人(40%)；且兩種不同繪圖媒材與線條粗細感的表現沒有顯著的差異。

在主題一「靜物寫生」寫實畫，學生使用兩種不同繪圖媒材與線條濃淡表現的差異，經過卡方檢定， $\chi^2_{(1)}=12.671$ ， $P=.000<.001$ ，達顯著水準。由上述摘要表 7 可以得知，線條有濃淡的表現，使用電腦繪圖為 37 人(56.9%)，高於使用美術畫筆的 17 人(26.2%)。兩種不同繪圖媒材與線條濃淡的表現有顯著的差異。

在主題二「2100 年的房子」想像畫，學生使用兩種不同繪圖媒材與線條濃淡表現的差異，經過卡方檢定， $\chi^2_{(1)}=7.358$ ， $P=.007<.01$ ，達顯著水準。由上述摘

要表 7 可以得知，線條有濃淡的表現，使用電腦繪圖的 18 人(27.7%)，高於使用美術畫筆的 6 人(9.23%)。兩種不同繪圖媒材與線條濃淡的表現有顯著的差異。

綜上分析可知，在兩個主題上，學生使用兩種不同繪圖媒材線條粗細感表現的人數百分比，均無顯著差異。學生使用美術畫筆有粗細感表現的人數百分比，在兩個主題上都稍高於用電腦繪圖有粗細感表現的人數百分比，但差異不大。學生使用兩種不同繪圖媒材線條濃淡表現的人數百分比，均有顯著差異。學生使用電腦繪圖有線條濃淡表現的人數百分比，在兩個主題上都明顯高於用美術畫筆線條有濃淡表現的人數百分比。

#### 四、綜合討論

依據以上的研究結果分析，可以歸納出下列幾點：

##### (一)就線條表現得分之分析而言：

兩組受試在主題一「靜物寫生」寫實畫這個主題中，兩組在「線條表現流暢」上有顯著差異，在主題二「2100 年的房子」想像畫的創作表現上則無顯著差異，若條列研究發現，並分析與討論這種結果的可能性原因，有下述兩點：

1.在主題一「靜物寫生」寫實畫的主題上「線條表現流暢」項目上，學生使用美術畫筆的表現，較使用電腦繪圖時優。分析之後推論，相較於電腦繪圖的操作介面，美術畫筆繪圖工具在線條繪製方面的自由度較佳，學生雖對於掌握真實物體之形象仍然有困難，儘管對物體的表現會不甚準確，但學生使用美術畫筆繪圖的親和力較高，學生有握住筆的紮實感，且在操控紙面的順手度高，如同 England (2000)在其研究中指出，相較於電腦媒體，傳統媒體提供一個方便的創作空間，傳統媒體的紙張能讓學生移動自如。學生直接與自己的作品接觸，通常對自己的作品能夠有較縝密的表現。

反觀學生在使用電腦媒材時，以滑鼠代替畫筆，學生必須透過按鍵的功能處理圖面，創作的圖面相較於傳統媒體的紙張，與學生有一定程度的距離感，因此電腦媒材在某些特性上，限制了學生在精密處理程度的表現，亦不容易操作自由的線條。此外在主題的限制上，使得學生必須注意到真實物體的再現創作，又要專注於電腦介面的操控，對於學生創作的難度確實較高。

2.在主題主題二「2100 年的房子」想像畫的主題中，兩組在「線條表現流暢」上則無顯著差異。分析之後推論，對於主題二「2100 年的房子」想像畫的主題，

學生使用電腦繪圖工具所做的表現，不會如表現主題一時，爲了想呈現真實客體的需求，而使得學生在面對電腦繪圖的工具運用時有所受限。反而能夠比較自由的表現。因此，學生所表現的線條流暢性亦能有不錯的表現。

## (二)就作品之線條樣式分析而言：

從資料分析可知，兩個主題中，電腦繪圖的線條使用樣式除了在「彎彎曲曲的開線」這個樣式的人數，比起美術畫筆繪圖的人數少。在兩個主題上，兩種繪圖媒材的線條總共使用樣式差異不大。就線條樣式的使用集中情形，使用兩種繪圖媒材在「鋸齒狀線或波狀線」、「渦卷線」兩種線條樣式，於主題一「靜物寫生」寫實畫的比例明顯高於主題二「2100年的房子」想像畫裡所佔的人數百分比。

若條例研究發現，並分析與討論這種結果的可能性原因，有下述兩點：

### 1.電腦繪圖操作介面的限制

學生使用電腦繪圖「彎彎曲曲的開線」這個樣式比起美術畫筆繪圖的人數少。分析之後推論，學生使用美術畫筆繪圖在線條繪製是以手握住筆來操控，自由度較佳，彎彎曲曲的線條自然容易表達。電腦繪圖的工具由於操作介面(鍵盤、滑鼠)的限制，自然限制了彎彎曲曲的線條表現。如同謝秀珮(民 87) 在其研究中亦指出，兒童使用電腦中的鉛筆工具畫的自由曲線，沒辦法如真正鉛筆畫的曲線那樣控制自如。由此可知，電腦繪圖的工具操作介面(鍵盤、滑鼠)的確會限制學生自由曲線的表現。

### 2.繪畫主題的影響

學生使用兩種繪圖媒材於主題一「靜物寫生」寫實畫，表現出「鋸齒狀線或波狀線」、「渦卷線」兩種線條樣式，高於主題二「2100年的房子」想像畫裡的表現。分析之後推論，繪畫主題的影響是最主要的因素，因爲在主題一「靜物寫生」寫實畫中，描繪物「麵包」的紋路爲渦卷線，描繪物「蕃茄」的蒂則包含著鋸齒狀線。因此，學生會隨著所需描繪的物體加以表現眼睛所見之線條樣式。也就造成「鋸齒狀線或波狀線」、「渦卷線」兩種線條樣式在主題一「靜物寫生」寫實畫中表現的人數明顯高於主題二「2100年的房子」想像畫裡的表現。

## (三)就作品之線條感覺分析而言：

從資料分析可知，在兩個主題上，學生使用兩種不同繪圖媒材線條粗細感表現的人數百分比，均無顯著差異。學生使用電腦繪圖線條有濃淡表現的人數百分比，在兩個主題上明顯高於使用美術畫筆繪圖線條有濃淡表現的人數百分比。

若條例研究發現，並分析與討論這種結果的可能性原因，有下述兩點：

1.學生運用兩種媒材均能產生線條粗細的變化，而寫實畫較想像畫主題有較佳的線條粗細感

由於電腦繪圖的工具中有線條粗細調整的功能，學生能夠依據自己的需求調整線條的粗細。而使用美術畫筆繪圖方面，線條的表現是以手握住筆來操控，粗細的變化是直接性反應，變化的自由度佳。因此，學生使用兩種不同繪圖媒材在線條粗細感的表現上會無差異性；但學生於寫實畫較想像畫主題，有較佳的線條粗細感，可能係肇因於現場觀察實物的利基所致。

2.電腦繪圖的功能補足學生線條濃淡表現之能力

由於電腦繪圖的工具中有線條濃淡與透光性調整的功能，學生能夠依據自己的需求調整線條的濃淡變化，並且能夠大膽嘗試與修正錯誤。一些研究也都證實學生使用電腦媒材易於改正錯誤，也比較勇於冒險並且不害怕去創作(Freedman & Pelan,1992 ；England,2000)。因此，電腦媒材提供學生一個大膽創作的空間，使學生能夠勇於嘗試創作。相對於學生在使用美術畫筆繪圖時，線條的濃淡變化性，會因為學生本身能力上的受限，以及運用手繪工具技巧的不足，與害怕失敗、錯誤，不易修改等因素，而無法有效的表現出線條之間輕重濃淡的變化感。

謝秀珮(民 87) 在其研究中指出，電腦工具的特性，能夠彌補兒童技巧的不足，尤其是對正處於繪畫的 U 形曲線谷底的兒童而言，電腦的介入正適時的解決其眼高手低的問題。由此可見，電腦繪圖的功能如有效運用，則會補足學生繪畫上一些能力。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

本研究根據資料分析之結果，本研究提出以下結論：

#### (一)線表現流暢性的差異

1.寫實畫主題的繪圖表現，使得學生使用美術畫筆在線條的流暢感優於電腦繪圖的表現。而想像畫主題的繪圖表現，使得學生使用美術畫筆與電腦繪圖在線條的流暢感並無差異。因此可以歸納結論而言，想像畫的主題內容自由度較高，

使得利用電腦繪圖來創作想像畫的主題時，學生能夠表現出與美術畫筆在線條的表現流暢性相當的水準。

2.由於寫實畫主題內容是以呈現真實客體的需求為主。學生雖對於掌握真實的物體之形象仍然有困難，儘管對物體的表現會不甚準確，但學生使用美術畫筆繪圖的親和力較高，學生有握住筆的紮實感，且在操控紙面的順手度高，學生直接與自己的作品接觸，通常對自己的作品能夠有較縝密的表現。因此，寫實畫的主題內容較有利於學生使用美術畫筆來創作。

## (二)線條樣式的差異情形

1.電腦繪圖除了「彎彎曲曲的開線」這個樣式比起使用美術畫筆繪圖的人數少，其餘的線條形式趨於一致。故可歸納而言，電腦工具由於操作介面(鍵盤、滑鼠)的限制，使得學生表現彎彎曲曲的線條時，自然限制了彎彎曲曲的線條表現。

2.由於學生使用兩種繪圖工具於主題一「靜物寫生」寫實畫，表現出「鋸齒狀線或波狀線」、「渦卷線」兩種線條樣式，高於主題二「2100年的房子」想像畫裡的表現。故可歸納而言：繪畫主題的影響是最主要的因素，亦即學生會因應繪畫主題內容物的不同，而隨著所需描繪的物體加以表現眼睛所見之線條樣式。

## (三)線條感覺的差異情形

1.學生於寫實畫較想像畫主題有較佳的線條粗細感表現，但運用不同媒材的線條粗細感表現則無顯著差異。

2.學生使用電腦繪圖線條有濃淡表現的人數百分比，在兩個主題上均明顯高於用美術畫筆繪圖線條有濃淡表現的人數百分比。故可歸納而言：電腦繪圖對於學生在線條的濃淡表現上有所助益。這是因為電腦繪圖中的線條濃淡與透光性調整功能，使得學生能夠依據自己的需求調整線條的濃淡變化，並且能夠大膽嘗試與修正錯誤。相對於學生在使用美術畫筆繪圖時，會因為本身能力上的受限，而無法有效的表現出線條之間的輕重濃淡的變化感。由此可見，電腦繪圖的功能如有效運用，則會補足學生繪畫上一些能力。

## 二、建議

茲根據本研究之發現與結論，提出下列建議，以作為美術教育及進一步研究

之參考。

### **(一)發揮繪圖工具的特質以協助學生的創作**

對於美術教學而言，教導學生美術繪圖工具的使用技巧與有效的運用，是相當重要的。美術教學者須注意到不同美術繪圖工具的不同教學重點，並以有效的美術教學繪圖工具補足或協助學生未臻成熟的能力，並鼓勵學生保持及發展賦予線條與美術形式意義的技能。

### **(二)重視電腦繪圖課程的發展性並與傳統課程結合提供學生新領域的學習情境**

就電腦繪圖課程的發展性而言，可以利用不同的電腦繪圖課程使學生熟悉不同的軟體，如影像處理、繪圖等電腦繪圖的使用技巧，可與其他傳統的美術課程結合，亦可提高學生的創作力與作品的豐富性。此外，電腦繪圖的課程可以融入電腦繪圖技術以強調創造性，學校應重視課程的規劃，提供學生新領域的學習情境，增益其對時代科技美感的新知覺。

### **(三)未來研究之建議**

1. 本研究取樣對象限於五年級學生，往後的研究可以將研究對象的樣本擴大，以了解不同學區環境下的學生，其運用電腦媒材時，學生的創作表現上的差異性。此外，亦可採縱向的研究，將研究對象的年級擴大，以取得各年級運用電腦媒材時，學生的創作表現上的差異性。

2. 就研究結果而言，電腦繪圖對於學生的線條形式表現確實有所影響與增益。但由於爲了簡化研究問題以獲得具體結果，本研究所選擇使用的軟體僅限於 PAINTER 5.5 繪圖軟體。因此，後續研究則可以不同軟體進行比較研究，以了解每各階段的學生適合什麼樣的繪圖軟體。

3. 就分析研究結果也發現，學童對於運用滑鼠來表現寫實畫線條的流暢感，與線條的樣式，均有所限制。因此，將來的後續研究可以將滑鼠改爲繪圖板與感壓筆，以改善滑鼠不容易控制的限制，並比較學童運用不同的電腦工具時，是否有不同的表現成效。

4. 本研究選擇只以線條表現的形式加以探究，未來的研究者若爲了進一步了解不同創作的形式與方法在電腦繪圖與傳統美術畫圖表現的差異性，則後續研究

可以繼續加以探討。

## 參考文獻

### 中文部分

- 呂桂生(民 82)。 台灣地區國小兒童美勞科人物繪畫、塑造表現能力研究。台灣省國民學校教師研習會出版。
- 林淵岳(民 89)。 傳統繪畫與數位影像在視覺傳達設計上之運用—以臺灣形象海報創做為例。國立臺灣師範大學美術研究所碩士論文(未出版)。
- 張全成(民 83)。 線畫教材教法。載於國立新竹師範學院主編。 國民小學美勞教材教法研究—美勞科研習進階教材( 頁 113-173)。新竹：國立新竹師範學院。
- 教育部(民 92)。 國民中小學九年一貫課程綱要。[ Online ] .Available：  
<http://teach.eje.edu.tw/9CC/fields/2003/artHuman-source.php> (2003/6/1 瀏覽)。
- 陳淑珠(民 85)。 電腦與傳統媒材之視覺傳達設計思考--海報設計之口語分析實證研究。國立交通大學應用藝術研究所碩士論文(未出版)。
- 黃仲菁(民 86)。 設計師運用繪圖軟體功能的策略分析模式的初步探討。國立交通大學應用藝術研究所碩士論文(未出版)。
- 黃銘祝(民 76)。 美勞科系學生水彩繪畫能力之培養與國小兒童彩畫教學關係之研究。台北：藝風堂。
- 萬朋蕙(民 87)。 使用電腦及傳統媒材進行構想發展之視覺思考差異研究：基於工業設計案例。國立交通大學應用藝術研究所碩士論文(未出版)。
- 謝秀珮(民 87)。 國小兒童使用電腦和傳統媒材繪畫表現的比較研究—以線性透視描繪為例。國立交通大學應用藝術研究所碩士論文(未出版)。

### 英文部分

- Eng, H. (1931). The psychology of children' s drawings. London : Routledge.
- England, B. L. (2000). A comparison of student' computer art And student' art created with traditional media. University OF Minnesota. (University Microfilms No. AAT



9978900)

Freedman, K., & Pelan, A. (1992). Computer graphics, artistic production and social processes. Studies in Art Education,(33), 53-61.

Kellogg , R. (1970). Analyzing children' s art. Polo Alto, CA. : Mayfield.

Line, A. H. (1996). A comparative study of 3-D computer software alias sketch 1.5 and free-hand observational drawing on adolescent subjects' representation of three dimensional objects. (University Microfilms No. AAT9713883)

McAllister, L. J. (1990). Pencils or computers as drawing media : A comparison of drawing and attitudes towards drawing of fifth-grade children. (University Microfilms No. AAG9100961)

