

教學相長：學生社會網絡中介 電腦繪圖學習動機與成效

黃教益^{*} 陸定邦^{**} 孔憲法^{***}

* 台南應用科技大學室內設計系

hng.joe@gmail.com

成功大學創意產業設計研究所

** luhdb@mail.ncku.edu.tw

*** sfkung@mail.ncku.edu.tw

摘要

本文探討學習過程中影響電腦繪圖學習成效的因素。於不同學制班級間，在相同授課老師、期間、軟體、教室等限制條件下進行問卷調查 ($N=112$, Cronbach $\alpha=0.62\sim 0.81$)，依成就動機理論，驗證學習動機、學習行為與成效的因果關係。因前測發現練習頻率、安裝軟體早晚、求助管道等一般認知之學習行為，與學習動機及成效無顯著關係，並且遭遇問題時大多求助同儕，因而改以學生社會網絡之互動行為做為學習行為，分析互動行為對學習的中介效用，並分析不同班級對此學習模型之干擾效用。分析結果顯示，在相同學習動機下，較高社會網絡行為，如協助他人及告訴相關訊息，就有較高學習成效，而組成差異很大的學制對模型的干擾效用不顯著。學生學習中還教導別人等的互動行為對學習具顯著中介效用，映證禮記學記『教學相長』之古諺。

關鍵詞：電腦繪圖、成就動機理論、社會網絡分析、中介、干擾、Amos、NodeXL

論文引用：黃教益、陸定邦、孔憲法（2012）。教學相長：學生社會網絡中介電腦繪圖學習動機與成效。

設計學報，17（3），23-44。

一、前言

電腦繪圖為受研究科系之重點科目，設置四門共十二學分之相關課程，然許多學生卻在畢業製作時無法充份運用相關技能。自 1993 年起課程架構均維持一致；由二維繪圖教到三維繪圖，最後接續多媒體整合運用，冀望學生能在畢業製作時，發揮數位設計能力（黃教益，1994）。然據觀察，許多學生仍無法完整運用電腦繪圖技能（黃教益，2007，頁 483）。前幾年的研究，著重於釐清現象背後的事實及問

題。以行動研究進行非結構性訪談，了解同學對學習電腦繪圖所遭遇的問題及狀況，並透過前測問卷進一步驗證訪談結論（黃教益，2007，頁 490）。前測也逐步釐清可能的構念，以作為本文問卷構念及理論假設的依據。

該現象背後的主要問題有三。首先為不同學制間課程銜接問題；譬如二技生部份來自本校五專，部份來自他校非設計科系，五專生熟稔電腦繪圖，而非本科二技同學可能完全沒學習過電腦繪圖，因而造成授課上的衝突。其二為兼任老師未按課程架構授課，以致重覆學習或教學的深淺不一。其三為一般性的學習過程問題；譬如遇到問題不知如何解決、練習的頻率、軟體的學習曲線、硬體設備的狀況、個別老師的授課方式等。其中比較值得注意的是大部份無法解決遭遇的問題，以致練習時的挫折感很大，而大部份學生解決問題的方式是尋求同儕協助，本次研究則以此為主要範圍。

先前研究探索現象背後的成因，尚未驗證其因果關係。本文先以教育學習理論中的「成就動機理論」Achievement Motivation Theory (McClelland, 1965) 建立待驗證的模型，將文獻、訪談及前測所分析的可能因果關係繪製如圖 1，於本研究接續驗證因果模型。

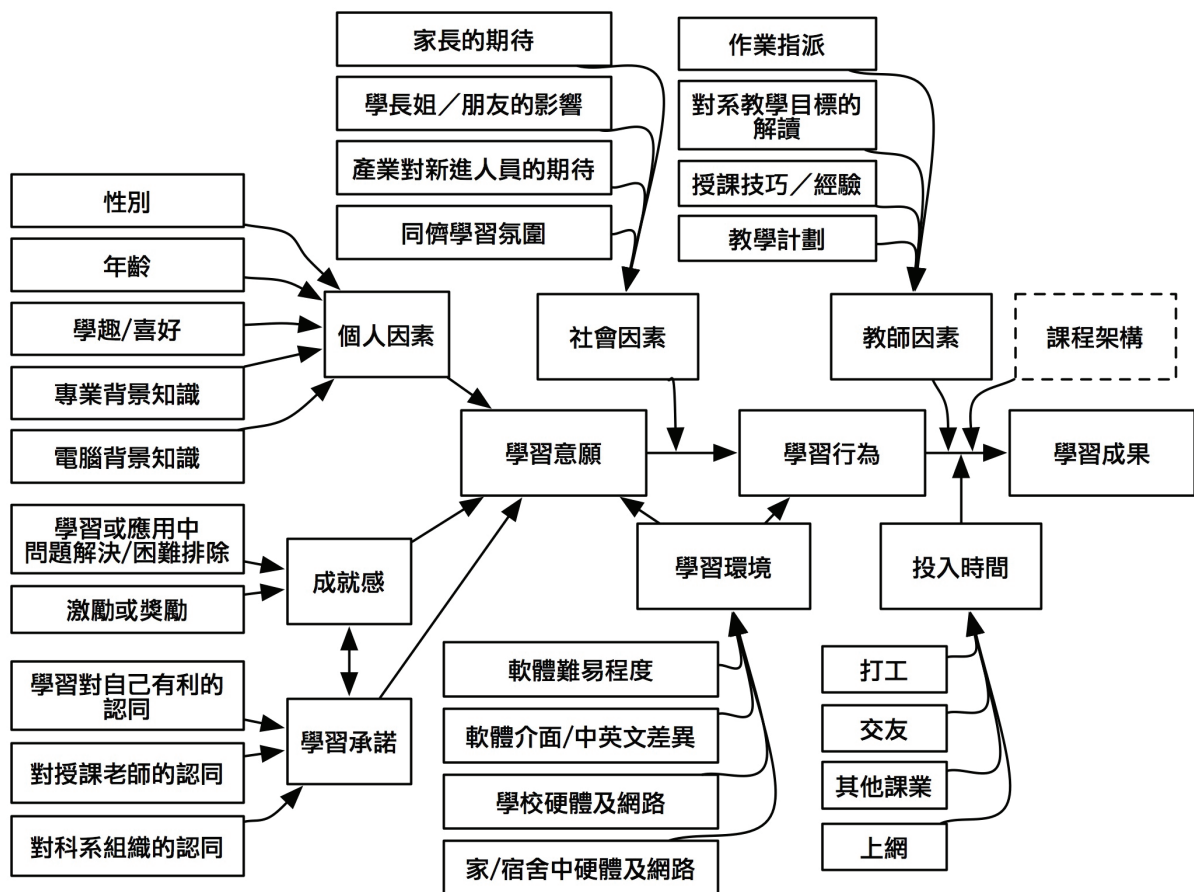


圖 1. 學習行為因果關係圖（黃教益，2009，頁 48）

研究中的學習行為，包含每週練習頻率、電腦繪軟體安裝的早晚、遇到問題時會找那些資源等，在前次及本次分析中，均與動機及成效無顯著相關。學生在電腦學習過程中，花多少時間在練習按理應會影響學習成效，唯前測無法驗證其因果關係，91%學生均為有「作業或考試前才練習」，因此「練習頻

率」與「動機」及「成效」無顯著相關。而研究也發現，練習時遭遇問題，將因挫折感而不願繼續練習，是學習的主要障礙，也就是很難建構完成圖面的程序知識（Hamadea, Artailb, & Jaber, 2006）；而學生在遭遇問題時，大都會尋求同學的幫忙或與同學一起練習，否則大都會因挫折而放棄練習。因而同儕在學習上如何互動，便成為本文研究電腦繪圖學習行為的主要方向。

不同學制的班級氛圍不同，是否影響學習尚待驗證；五專四、四技二及進修部四技三的組成份子不同，而且在前測時，多因子變異分析 ANOVA 中，三班各項因子存在明顯的組間差異，是否影響學習模習仍待進一步分析。

由以上說明可知本研究的主要問題有三：一是學習動機是否影響學習成效，其二是學生社會網絡如何影響電腦繪圖學習，最後則為學制是否影響學習模型。

二、文獻回顧

由於研究的議題著重於電腦繪圖教學的學習因果關係及社會網絡對學習的影響，因此以下文獻回顧也以此二方向為主，冀能確認理論缺口，以達成學術貢獻。

2-1 CAD 教學

國內有關 CAD 教學及學習的相關文獻，以電腦繪圖於設計教學的定位及授課內容探究為主，國外則有相關文獻證實在類似涵構下，動機影響學習過程。黃教益（1994）曾就電腦的應用方向討論電腦繪圖的教學方向，主要論證當時室內設計產業的相關基礎知識及架構均未建立，電腦在業界僅能作為筆紙等工具的取代，無法為產業帶來革命性的效能提昇，因而學校當前的任務，應以培養學生電腦操作能力為主。而鄧成連（1997）曾以集體討論方式，由專家建構基本的電腦教學與設計的議題，並以量化研究方式收集及分析學生學習前及學習後的相關資料，歸納設計課與電腦課必須逐漸相互配合的 V 型架構（鄧成連，1997，頁 33），與本文以檢討學生學習成效不同。袁和法、劉平與許懋琦（2004）則認為電腦的功能，將彌補學生最不擅長之部份，因此製圖課程架構必須修正，以利未來學生能以電腦發揮更大的功效，其著重於相關課程教材的改進。莫春柳（2005）則強調工業設計必須重視藝術及創意的表現，因此電腦繪圖課程應以 3D 教學為主，其目的在區別不同科系的教學重點。莊謙本（2002）則討論如何利用鷹架式教學法提昇電腦繪圖教學成效，著重於教學方式的改變。關道文（2003，頁 68-81）則認為電腦繪圖應融入設計課程中，並將電腦視為溝通的一種媒介，而非單純的製圖工具，探討電腦教學的目的。以上文獻大多是電腦繪圖教學的外圍環境因素，比較少討論電腦繪圖教學成效的因果關係，也未提出改善學習成效的方法。而吳秀玲（2008）則以量化研究方法探討異質合作及分組創造思考教學對國中學生電腦繪圖學習成效與創造力之研究，調查知識基模、學習成就、學習成效、精進力與創造力的關係，然其調查對象是國中生，與大專生在學習電腦對他的生涯有重大影響，有著明顯的學習動機差異，而且其調查的軟體比較屬於通用性或極易上手的軟體，也會在學習的過程需不需要同儕互動有著顯著的不同。部份研究則將 CAD 當成學習的工具（Kunz & Pradhan, 1994 ; Prensky, 2003），認為設計好的 CAD 問題解決導向的課程有效提昇教學成效，重點在教學方式對學習的影響。Hamadea 等三位學者（2006）發展學生學習 CAD 軟體的成效評估指標，包含完成的時間和學習到的功能數目，其中最重要的成果是程序知識及宣告式元件是最重要的認知內容。Wahab（2007）則於大學生學習 ICT 課程時，研究動機及其他六個因素對學習的影響，驗證動機對學習過程的心理因素有著直接的影響，唯該研究未直接推論與學習

成效存在正向關係。這些研究由 CAD 的目的、內容、工具性等切入 CAD 學習的研究領域，但皆未以學習成效與學生互動的關係當成主要的研究範疇。

電腦繪圖是大專生學習設計及未來職場的重要技能，因而成就動機理論適合作為破題角度；成就動機理論一詞是由 Murray (1938) 所提出，而 McClelland、Atkinson、Clark 以及 Lowell (1953) 專注於驗證高難度的任務需要高的動機才有好的成果，反之亦然，才讓成就動機理論廣為週知，而 Karolchuck 和 Worell (1956) 則依成就動機理論推論學生的學習成效，驗證學習動機愈高則學習成效愈好，後續相關研究甚多 (McClelland, 1958, 1961, 1965; Nicholls, 1984; Weiner, 1979, 1985)，使其成為教育心理學重要的一支。然由動機到成果間，可能有許多影響因素；譬如教室氣氛也會影響學習過程及成效 (Ames & Archer, 1988; Biddle, et al., 1995)。而各種個人心理因素也是重要的影響因素；如 Puca 和 Schmalt (1999) 驗證「樂在其中 (task enjoyment)」是學習動機與成效間的重要中介因素。陳正和 (2001) 則研究大學生的組織承諾與信念認同，對學習行為具顯著中介效用，進而肯定 Krohn 等所提出「承諾」是解釋偏差行為最有預測能力的研究結論。而李義平 (2006) 則以國中生為研究對象，討論影響國中生數學學習成績之因素分析，驗證學習態度、學習氣氛與學習成效三者的因果關係。雖然心理因素或教室氣氛有效地解釋由動機到成效間存在的中介效用，卻不是可以觀察或記錄的外在行為，因而相關文獻仍不足於完全解釋本研究訪談及前測中所理解的同儕互動是學習的關鍵行為，因而驗證學生互動影響學習動機與成效便成為研究重點。

2-2 社會網絡

為理解同儕的學習互動如何影響學習，「社會網絡理論」(social network) 為本研究的另一切入點。社會網絡理論是介於微觀的心理學及鉅觀的社會理論間的中型理論範式，心理學適用於解釋個別的行為，然這樣的角度忽略了人在一個團體中的行為會受團體影響的事實，而規範、階級及文化等如何制約個人行為則為傳統社會學的切入角度，然如此又太過社會化 (Granovetter, 1985)，忽略了個人的意志力及成員間互動所產生的集體行為。因此社會網絡範式成為微觀理論及巨觀理論間的橋樑 (羅家德, 2005, 頁 33)，使得研究得由大型理論透過定性研究發展中型理論，再由定量方式驗證因果模型。社會網絡為社會學的一支，個人為網絡成員 (actor)，而成員間不同依存關係 (ties, connections) 連成網絡，用以解釋普遍的社會現象；譬如研究成員關係強弱如何影響找尋工作，西方有弱鍵理論 (Granovetter, 1973)，推論好的工作機會是來自薄弱的網絡關係成員，而東方則是強鍵理論 (Bian, 1997)，也就是所謂有「好關係」就有好的工作機會。社會網絡也用來研究流行疾病如何傳播，或恐怖份子的特殊社會網絡型態。而在教育研究領域也有許多成果；Evans (1966) 社會網絡理論開啟研究教育場域之先河。Yang 和 Tang (2003) 也論證學生的社會網絡結構對教室裡的學習與線上論誼的學習成效俱顯著的相關性，重點在以社會網絡分析 (social network Analysis) 驗證線上教學與教室中學習成效的一致性，然其研究場域非電腦繪圖，而研究也未將信任網絡納入檢驗，也未同時分析其中介及干擾效用，與本研究設計不同。林甘敏 (2005) 以社會網絡切入線上學習與互動學習行為的關係，主要研究範疇在網絡上的學習互動行為，並非驗證學習的因果關係。Russo 和 Koesten (2005) 則以迴歸分析網絡測量與學習成果的關係，驗證網絡值中心度 prestige 及中心性 centrality 可以有效推測認知學習 (cognitive learning) 成果，但比較難用來推測受情感引導的學習 (affective learning) 成果，其目的在推論社會網絡對不同學習類型的影響。鍾桂民 (2008) 則推論在研究生的學習網絡裡容易互相分享知識的成員皆有著相似的背景。Divjak 和 Peharda (2010) 則以成就動機理論及社會網絡分析驗證學習成效會影響學生個人的社會網絡位置，將學習成效當成因，而社會網絡當成果，與本研究架構相反。這些研究都是企圖推論社會網絡是影響學習成果的重要因素，然與本文之研究場域不同，也未推論社會網絡結構對學習的「中介效用」及「干擾效用」。

社會網絡分析是基於社會網絡理論，針對一個封閉的網絡，收集成員間的網絡關係，以運算方式計算出網絡測量值 (social metrics) 或繪製出網絡圖示。經研究，封閉的網絡關係包含情報、諮詢、友誼 (Krackhardt, 1992) 及信任 (Krackhardt & Hanson, 1993) 等四種；譬如在學習電腦繪圖時，情報關係指的是受訪者會傳遞學習的相關訊息給那些成員，或那些成員會傳遞訊息給受訪者，而諮詢關係指的是受訪者曾向那些人詢問過有關電腦繪圖的操作問題，或是曾協助那些成員解決操作問題，而友誼關係則是指二個成員間的友誼方向，或會與那些人一起出遊或共同完成作業，而信任關係則是二個成員間存在深厚的信任關係，譬如願意將私人情感告訴對方，或無條件的借錢等；這四種關係被認為普遍存在任何網絡裡，然四種關係在本研究場域中，何種關係網絡會影響學習尚待研究。透過社會網絡分析軟體，如 Unicet 或 NodeXL，分析每個網絡的關係矩陣，計算出網絡測量值，這些測量值包含個別成員的中心性、中介性、關係數或群聚性等網絡測量。社會網絡分析學者發展出的測量約莫 27 種 (Wasserman & Faust, 1994)，在本研究中，受限於 NodeXL 軟體功能限制，僅以 6 種測量進行探索性因素分析 (EFA)：包含向內關係數 In-Degree (In)、向外關係數 Out-Degree (Out)、中介中心性 Between Centrality (Btn)、接近中心性 Closeness Centrality (Cls)、特徵向量中心性 Eigenvector Centrality (Egn)、群聚係數 Clustering Coefficient (Clu) 等。除群聚係數代表的是叢集的程度外，其餘五個大都是以成員的中心性為主；向外 In 或向內 Out 關係數量是直接的關係數量，譬如成員教導過那些成員解決電腦問題，或被那些成員指導過；特徵向量 Egn 中心性代表的成員在整個網絡的「重要性」；接近 Cls 中心性愈高代表成員愈有能力接觸到網絡的每個點，意即 Cls 愈高的成員擁有更多消息來源；中介中心性 Btn 愈高代表對網絡有比較大的資訊流的掌控能力。本研究擬以探索性因素分析理解此六個網絡測量與電腦繪圖學習的關聯性。

2-3 理論缺口

為驗證學生社會網絡為影響電腦繪圖學習的重要「中介效用」(mediation)，必須先驗證電腦學習動機顯著影響學習成果。成就動機理論主要用來驗證高難度的任務需要高的動機才会有好的成果，而在大專生電腦繪圖學習的相關研究中，尚未直接驗證成就動機理論適用性，因而本文企圖以結構方程式模型 (Structural Equation Modeling；簡稱 SEM) 演繹成就動機理論適用於大專生的電腦學習。

學生社會網絡是否「中介」上述學習模型未曾被討論。演繹成就動機理論於電腦繪圖學習後，學生網絡關係如何影響此模型，得由中介效用分析驗證，並以干擾分析驗證模型是否受不同學制調節。

三、研究方法

3-1 研究問題及架構

研究問題有三：

1. 探討本校學生學習電腦繪圖時，學習動機是否顯著影響學習成效？
2. 學生間的互動學習是學生解決操作問題的方法，而如此之社會網絡如何影響學習過程？
3. 班級組成差異大，教室氣氛明顯不同，學習模型是否因而受到班級干擾？

研究架構為四個變素的因果模型，如圖 2。控制研究條件下，將研究架構由圖 1 簡化為圖 2；四個變數包含自變數「學習動機」，以及依變數「學習成效」，中介變數「學習行為」及干擾變數「學制」。

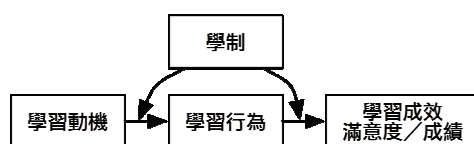


圖 2. 學習行為因果模型圖(由圖 1 的學習行為因果關係圖所簡化)

基於前述架構之研究目的分列如下：

1. 探討電腦繪圖學習的因果關係模型；以 SEM 進行驗證性因素分析，驗證學習因果關係模型。
2. 驗證每個構念適當的問項或測量；譬如學習承諾包含對學習電腦繪圖對他的課業、升學及就業有幫助認同度；透過信度及效度檢驗構念的問項。
3. 探討學生社會網絡影響電腦繪圖學習的理論；調查學生的諮詢、友誼、情報及信任等四個網絡，並透過社會網絡分析軟體計算樣本之網絡測量矩陣，再以 SEM 分析學生社會網絡對學習的中介效用 (mediation) 。
4. 驗證學制是否影響學習模型。以 SEM 分析不同學制之干擾效用 (moderation) 是否顯著。

3-2 研究樣本

在條件控制下，進行三個班級共 123 人之問卷調查；對象為三個不同學制的班級，於期末進行普查，填寫問卷人數 114 人，有效樣本為 112 份。三個學制分別為五專四年級，四技部二年級及進修部三年級。三個班級甫學完 AutoCAD，電腦學習歷程相同，但專四生已有三年設計課的經驗，而四技二生只上完一年設計課，而進修部同學則部份俱實務經驗。

在教學時可明顯查覺三班學習氣氛不同；相對於四技部二年級，五專同學有較多的師生互動，而進修部同學的學習意願高低差異大，因此不同學制是否會影響學習值得進行干擾分析。本校於三年前開始招收男生，男女比例偏離一般男女近似的情形，因而性別不適合作為分析變數。變異數同質性檢定為顯著 ($p=.000$)，三班年齡的變異數不同質，而 ANOVA 檢定也表示組間差異明顯 ($p=.000$)，代表三個小團體在年齡的變異上差異很大。同質變異檢定部份，畢業後留在室內設計業、學 CAD 對升學有幫助、學 CAD 對就業有幫助、將來會繼續使用軟體、對學習環境的滿意程度、對自己的學習成果滿意度等問項存在明顯變異。接續以 LSD 作多重比較，三個班在所有問項均存在顯著差異，其分析比較如表 1。

表 1. 三班單因子變異數分析表

	Levene 統計量	變異同質 顯著性	ANOVA F	ANOVA 顯著性
畢業後留在室內設計產業	20.957	.000	7.890	.001
CAD對設計課有幫助	.754	.473	7.187	.001
對升學有幫助	3.425	.036	2.222	.113
對就業有幫助	3.113	.048	4.928	.009
自我學習態度	1.843	.163	.313	.732
將來會用ArchiCAD	3.223	.044	9.296	.000
對老師的滿意度	.443	.644	1.939	.149
對自己學習成果的滿意度	3.332	.039	3.457	.035
成績	.857	.427	4.280	.016

註：三個班變異同質檢定為顯著 ($p<.05$)，ANOVA檢定顯示存在明顯 ($p<.05$) 組間差異。值得進一步檢驗其干擾效用。

3-3 研究工具

研究工具為問卷；前測於二年前進行，本次則驗證簡化的學習因果關係，並探索社會網絡與電腦繪圖學習的關係；前測問卷問卷分為學習認同、諮詢網絡、情報網絡、友誼網絡、信任網絡、學習行為、學習成效及基本資料等共 47 題，除網絡問題外，每個構念至少含三個問題（Bollen, 1989）；最後將信度不高及相關性不顯著之問題去除後為 16 題，再加上成績及班級 2 題共 18 題，如表 2 之問卷內容所示。

問卷信度檢驗，各構念 α 值在 .617 至 .813 之間，如表 2，整體構念的信度 Chronba $\alpha = 0.840$ ，測量信度佳（Bryman & Cramer, 1997）；其中樣本的網絡測量由社會網絡分析軟體 NodeXL 計算，經 SPSS 雙相關分析後，選取與學習因果因子相關性顯著之測量值作為該構念之測量值，如表 4，再計算信度。

效度檢驗分為內容效度及建構效度均佳。在內容效度部份，問卷題目設計是先經由一至二年的非結構性訪談及問卷前測，由信效度檢驗去除無效題目，再加上研究者的多年實證經驗所構成，因此個別題目之集合應能代表構念的範圍。

建構效度檢驗之區別效度及收斂效度均佳。區別效度分析在 Amos 中以卡方差檢定作為區別效度之測量方法，將受限模式之相關係數設為 1，如果卡方差 > 3.84，即表示虛無假設為錯，即變數間不是完全相同，也就是變數間可以區別。由表 3 可以看出，若將諮詢網絡視為學習行為，則學習動機、學習行為及學習成效三個構念間之受限模型卡方差均大於 3.84，因此構念間之區別效度佳。其他社會網絡做為學習行為之結果相似，區別效度均佳。

收斂效度也在 Amos 中以問項的因素負荷大於 0.7 及 t 檢定顯著、建構信度大於 0.6、平均變異抽取量大於 0.5 等條件作為檢驗標準（Fornell & Larcker, 1981）。以諮詢網絡行為作為學習行為為例，12 個問項中，5 個問項之因素負荷小於 0.7，7 個大於 0.7，而建構信度均大於 0.6 (3.3-8.0)，而且平均變異抽量則為 0.44、0.53、0.55，因少部份條件尚未符合檢驗標準，收斂效度並不佳，其他網絡行為也具相同結果；各問項之因素負荷如表 2。

表 2. 電腦繪圖學習因果問卷構念及信度表 (Chronba α)

構念	問卷內容	因素負荷
信度 α 值=.840 (標準化)	學習動機	畢業後會留在室內設計業 .612
	α 值=.801 (標準化) 63.696%	學習對設計課有幫助 .768
		學習對升學有幫助 .900
		學習對就業有幫助 .880
諮詢網絡 學習行為	曾向那些同學諮詢過問題 (In/Btn/Egn) .852/.843/.749	
	α 值=.813 (標準化) 64.192%	曾協助那些同學解決問題 (Out) .755
情報網絡 學習行為	有學習的消息一定會告訴那些同學 (In) .816	
	α 值=.752 (標準化)	那些同學有學習消息一定會告訴你 (In/Egn) .897/.739
友誼網絡 學習行為	曾與那些同學一起完成作業 (In) .816	
	α 值=.778 (標準化)	下課後曾與那些同學一起出遊 (In/Out/Cls) .921/.871/.466
信任網絡 學習行為	會向那些同學聊私人感情問題 (In) .850	
	α 值=.617 (標準化)	那些同學曾向你聊私人感情問題 (Out) .850
學習成效	對自己學習成果的滿意度 (二次測量) .826/.875	
	α 值=.716 (標準化) 54.61%	將來會將所學軟體應用在設計課中 .611
		對老師教學的滿意度 .603

註：衡量尺度均為 Likert 五點式量表，各網絡則為勾選同學姓名。因素負荷之不同數值由表 4 中，個別網絡所選取之網絡測量數目不同，因此數值會有 1 至 3 個。

表 3. 區別效度檢核表

	標準模型		受限模型		卡方差
	DF	X ²	DF	X ²	
動機—成效	19	68.85	20	109.70	40.85
諮詢網絡學習行為	19	49.26	20	111.29	62.03
成效—行為	19	19.41	20	121.23	101.82

3-4 研究程序

除一般量化研究的問卷填答、資料檢驗、統計分析、假設驗證外，本研究多了社會網絡分析的程序。問卷以網絡方式進行，先簡單介紹問卷內容及填答方式後，再讓受試者一起於電腦教室裡作答，部份無法完成或未到場者，請班長轉達上網填寫，然因無法強制要求填寫，三班共 9 人未填寫問卷。社會網絡分析問卷須確認受試者的身份，為確保問卷的效度，將姓名及其他基本資料選題置於最後，使受試者心理壓力降到最低，減少測量誤。接續則為因素分析及信度分析，修正問卷，去除無效問項，再進行普查；資料分析則以 SEM 驗證模型。社會網絡部份則同樣透過問卷調查學生之諮詢、情報、友誼及信任等四種網絡關係，並由社會網絡分析軟體 NodeXL 計算個別問項的六個社會網絡測量，再將資料匯入 SPSS 及 Amos 進行相關性分析、因子縮減、模型適配性分析、中介效用分析及干擾效用分析。

資料分析透過 SPSS、NodeXL 及 Amos 等軟體進行。SPSS 分析項目包含描述性統計、信度分析、效度分析、變異數同質檢定、因子維度縮減等。四個種網絡測量值則由 NodeXL 計算，再匯入 SPSS 進行相關性分析及因子維度縮減；路徑分析、模型驗證、中介效用、干擾效用由 Amos 執行。如圖 3 所示。

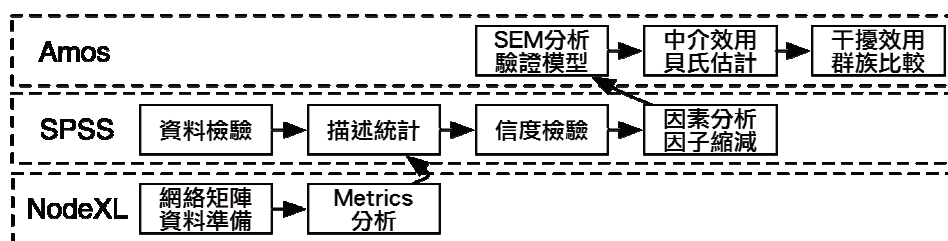


圖 3. 資料分析流程圖

3-5 資料分析

SPSS 用來進行基本的統計分析。為進行探索性因素分析，在作因子維度縮減時，以最大變異法進行轉軸，並以迴歸方法儲存新因子。構念之檢訂標準為 KMO 大於 0.6，而 Bartlett 值需顯著 (Dziuban & Shirkey, 1974)。進入 Amos 檢驗中介效用及干擾效用分析前，先將自變數及干擾變數進行中心化，以減低共線性的問題。

網絡學習行為構面由社會網絡之測量經雙相關分析後選定，並進行因子縮減。社會網絡關係分析由 NodeXL 進行，分析各網絡中成員的六個網絡測量：In-Degree (In)、Out-Degree (Out)、Between Centrality (Btn)、Closeness Centrality (Cls)、Eigenvector Centrality (Egn)、Clustering Coefficient (Clu) 等。前述六個測量分為計量、中心性及中間性三大類，將測量進行相關性分析，選取相關性顯著及符合學習理論之測量，進行因子縮減將變數維度縮減及標準化為社會網絡特徵值，同樣地，為取得最大的差異性，以轉軸法及進行因子維度縮減，並再中心化後匯入 Amos。

Amos 進行探索性因素分析、模型驗證、中介效用及干擾效用分析。個別構念之變異數修正為 (1-信度) * 變異數 (陳順宇, 2007, 頁 5-43)。在 Amos 檢驗模型時, 檢驗標準如下:

1. $CMIN/DF$ 小於 5 代表模式適合度良好 (good fit) 或小於 2 適合度極佳 (perfect fit) (Bollen, 1989; Schumacher, Roßner, & Vach, 1996)
2. $CFI > 0.9$ 且愈接近 1 表示模型適合度高 (Bentler, 1990)
3. $RMSEA < 0.1$ 表示模型適合性高 (Browne & Cudeck, 1993)
4. $p > 0.05$ 表示模型適合度高 (陳順宇, 2007, 頁 4-47)

中介效用檢定以貝氏估計法來檢定, 並以信賴區間方式來呈現檢定結果, 如果 $95\% \in (a, b)$ 則為顯著, 否則為不顯著。中介型態以 Sobel z 檢定來評斷 (Baron & Kenny, 1986), 完全中介型態必須是 Sobel z 檢定顯著, 並且間接效用佔總效用比例 $> 80\%$, 而部份中介型態必須是 Sobel z 檢定顯著, 且間接效用佔總效用比例大於 80% (Kenny, 2008)。干擾因子「班級」變數有三個水準, 故以巢形模式之卡方差檢定干擾效用, 如果卡方差顯著, 即班級之干擾效用顯著, 反之則不顯著。

四、結果

4-1 電腦繪圖學習因果關係的驗證

研究架構的四個潛在變數, 由問卷的題項構成, 除學習行為的社會網絡分析外, 其餘三個潛在變數由個別題項以因子維度縮減進行計算及檢驗, 個別因子的構成及檢驗如表 1, 檢驗結果均為顯著。利用維度縮減的因子分析形成三個構念, 各構念的 KMO 及 Bartlett 球形檢定值如表 4, 三個構念的因素分析適合性在適合 (0.7~0.8) 及普通 (0.6-0.7) 之間, 均可作因素分析之構念 (Dziuban & Shirkey, 1974)。

表 4. 構念效度檢驗及四個網絡所選用的網絡測量對照表

構念	累積解釋量	KMO	Bartlett顯著性	問項	In	Out	Btn	Cls	Egn	Clu
學習動機	63.696%	.722	.000***							
學習成效	54.614%	.5	.000***							
諮詢網絡	64.192%	.792	.000***	諮詢他人	*		*		*	
				協助他人		*				
友誼網絡	62.214%	.703	.000***	一起作業	*					
				一起遊玩	*	*				*
情報網絡	67.18%	.611	.000***	誰傳消息	*				*	
				誰收訊息	*					
信任網絡	72.311%	.500	.000***	誰訴感情		*				
				向誰訴苦	*					

註: 依學習動機與學習成效相關性顯著的測量作為構念之因子。***. 在顯著水準為 0.001 時 (雙尾), 相關顯著。

將所有的網絡測量與學習相關變數進行相關分析, 因此選擇與學習變數顯著相關二個以上的社會網絡測量作為該分析的因子, 其組成如表 4。而在不同的網絡裡與學習因素顯著相關的網絡測量不盡相同, 譬如在向他人諮詢的網絡測量中, 以 In-degree, Betweenness-centrality, Eigenvector-centrality 與學習變數顯著相關, 由此三個測量值進行因子縮減, 形成「諮詢他人」的網絡學習行為之潛在變數。

由社會網絡測量的原意，可理解與學習變數的相關性。譬如在「諮詢網絡」中，In 代表有多少人選定該樣本為諮詢的對象，是單純計量統計，也是最直接反應出那些人樂於助人或有能力「教導」他人解決電腦操作問題。而 Out 相對地就代表樣本向外求援的對象數量，愈多就表現出樣本「學習」行為比較積極，因而可能學習成效也會比較好。Btn 代表作為網絡的中間者，橋接不同群組連接性的大小值（Wasserman & Faust, 1994, pp. 188-189），譬如 A 成員想找 B 成員解決問題，而 C 成員是必經的通道，則 C 就有較高的 Btn 值，而這種成員處於知識傳遞的樞紐，就可能有比較高的學習動機、成效及成績。而 Egn 代表的是這個成員在這個網絡中的相對重要性，假設 A 成員得到較高的點數，B 成員得到較少的點數，當 C 要連 A 及 B 時，C 貢獻給 A 成員的點數會比 B 高，而在解決電腦操作問題情境下，成員在網絡中的重要性便可能與協助他人學習相關。

各網絡構念、學習動機、學習成效之相關性顯著，因此可以接續進行探索性因素分析。相關性分析結果如表 5，所有構念之相關性均為顯著，值得進一步分析路徑分析。

表 5. 電腦繪圖學習因子 Pearson 相關表

構念	諮詢	友誼	情報	信任	學習動機	學習成效	成績
諮詢	1						
友誼	.45 **	1					
情報	.833 **	.606 **	1				
信任	.09 *	.65 **	.266 **	1			
學習動機	.44 *	-.3 **	-.345 **	-.101	1		
學習成效	-.471 *	-.286 **	-.378 **	-.226 *	.543 **	1	
成績	-.46 **	-.451 **	-.47 **	-.256 **	.339 *	.394 **	1

**. 在顯著水準為0.01時（雙尾），相關顯著

*. 在顯著水準為0.05時（雙尾），相關顯著

在 Amos 檢驗模型時，總共比較 12 種模型，除情報網路的 RMSEA 值較差外，模型適合性均佳；將四個網絡構面，視為電腦學習因果模型中的學習行為，分別在 Amos 中分析合適的模型，其中情報網路的 RMSEA 值比較差，其他均符合前節之模型適合性檢驗標準，雖然如此，仍須由解釋力檢驗模型。

將諮詢網絡視為學習行為時，以無「成績→成效」路徑之模型為最適合。 $p=.127$ ， $CMIN/DF=2.323$ ， $CFI=.986$ ， $RMSEA=.109$ ，符合模型適配檢核標準。未標準化及標準化之路徑分析如第 34 頁圖 4、5，其模型適配，唯迴歸係數.32 至.43，解釋力不佳（陳順宇，2007，頁 4-47）。若將友誼網絡視為學習行為，其最適配的模型為無「行為→成效」路徑。 $p=.570$ ， $CMIN/DF=.322$ ， $CFI=.942$ ， $RMSEA=.000$ ，各檢驗值均符合檢驗標準，模型適合性極佳，然迴歸係數在.22 至.46，解釋力亦不佳。分析結果如下頁表 6、7。

若將情報網絡視為學習行為的變數，其最適配的模型為無「行為→成效」之路徑。 $p=.119$ ， $CMIN/DF=2.437$ ， $CFI=.985$ ， $RMSEA=.114$ ，除 RMSEA 值外，其餘均符合模型適合性檢驗標準，然迴歸係數在.19 至.46 間，解釋力仍為不佳。若將信任網絡視為學習行為的變數，其最適配的模型為無「動機→行為」，無「行為→成效」之路徑。 $p=.157$ ， $CMIN/DF=1.850$ ， $CFI=.974$ ， $RMSEA=.088$ ，均符合模型適合性檢驗標準，.22 至.46 間，解釋力仍為不佳。由以上可看出因素間的迴歸關係，其中以學習動機與學習成效間之解釋力最佳，而相對來說，學習行為與其他因素的迴歸係數不夠顯著，0.24 至 0.65，均未大於 0.7，因此測量模型雖好，但測量系統並不佳，意即解釋力並不佳（陳順宇，2007，頁 4-47）。信任網絡所選擇的模型是「無動機→行為」，「無行為→成效」，亦即信任網絡的行為無法用來解釋動機

及成效，且對成績的解釋力僅有.22，解釋力也不佳，因此可以說信任網絡在解釋電腦學習的因果關係上無顯著關係。而友誼網絡與情報網絡所適合的模型，均為「無行為→成效」，等於否認此二網絡學習行為對學習的影響，因此雖然解釋力與以諮詢網絡為學習行為的模型相當，但諮詢網絡的模型是「無成績→成效」，因此作為解釋學習電腦繪圖的因果關係較適當，接續之中介分析及干擾分析即採用此模型。

表6. 模型適合性之檢驗值表；各類網絡最適合之模型見第二欄

類別	模型	p值	CMIN/DF	CFI	RMSEA
諮詢網絡	無成績→成效	.127	2.323	.986	.109
友誼網絡	無行為→成效	.570	.322	1.00	.000
情報網絡	無行為→成效	.119	2.437	.985	.114
信任網絡	無動機→行為，無行為→成效	.157	1.850	.974	.088

表7. 電腦繪圖學習因素迴歸係數表；由迴歸係數可以檢視其解釋力

		社會網絡	迴歸係數	S.E.	C.R.	p值
學習行為 ← 學習動機	諮詢		.334	.089	3.864	***
	友誼		.305	.090	3.370	***
	情報		.345	.089	3.871	***
	信任		.100	.094	1.063	.288
成績 ← 學習行為	諮詢		.395	.087	4.525	***
	友誼		.384	.086	4.439	***
	情報		.431	.086	5.015	***
	信任		.225	.087	2.580	.010*
成績 ← 學習動機	諮詢		.203	.087	2.318	.020*
	友誼		.222	.086	2.568	.010*
	情報		.190	.860	2.214	.027*
	信任		.316	.087	3.267	***
學習成效 ← 學習行為	諮詢		.271	.085	3.181	.001**
	友誼		.050	.087	.568	.570
	情報		.140	.090	1.570	.116
	信任		.127	.079	1.615	.106
學習成效 ← 成績	諮詢		.130	.085	1.532	.125
	友誼		.218	.089	2.46	.014*
	情報		.177	.090	1.976	.048*
	信任		.205	.083	2.470	.014*
學習成效 ← 學習動機	諮詢		.405	.080	5.048	***
	友誼		.454	.083	5.471	***
	情報		.435	.083	5.247	***
	信任		.461	.081	5.071	***

***. 在顯著水準為0.001時（雙尾），相關顯著

** . 在顯著水準為0.01時（雙尾），相關顯著

*. 在顯著水準為0.05時（雙尾），相關顯著

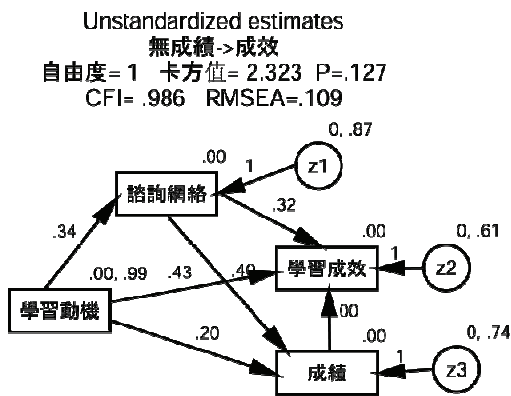


圖4. 諮詢網絡之未標準化電腦繪圖學習适配模型

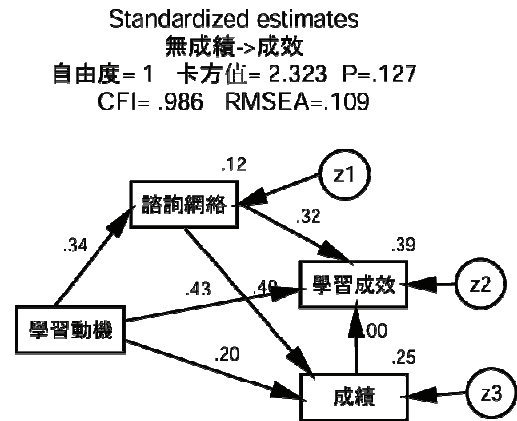


圖5. 諮詢網絡之標準化電腦繪圖學習适配模型

4-2 中介分析及干擾分析

中介分析討論的是網絡行為是否中介學習動機與學習成效，因此需檢驗中介效用是否顯著，及中介效用類型的種類。而干擾分析則討論班級是否調節學習因果的模型，包含一階及二階之干擾，檢驗標準如 3-5 節所述。學習模型的總效用為顯著，經由 Amos 以最概法計算，學習成效及成績受學習動機影響之總效用均為顯著，如圖 6 及表 8 所示。

表 8. 學習模型中介效用之總效用分析表

			Estimate	S.E.	C.R.	顯著性
學習成效	<---	學習動機	.538	.080	6.688	***
X	<---	學習動機	1.000			
Y1	<---	學習成效	1.000			
Y2c	<---	學習動機	.363	.089	4.091	***

***. 在顯著水準為0.001時（雙尾），相關顯著

Unstandardized estimates All Data Default Model
卡方值=276.889
自由度=DF P=P
GFI=.960 AGFI=1.000
RMSEA=RMSEA

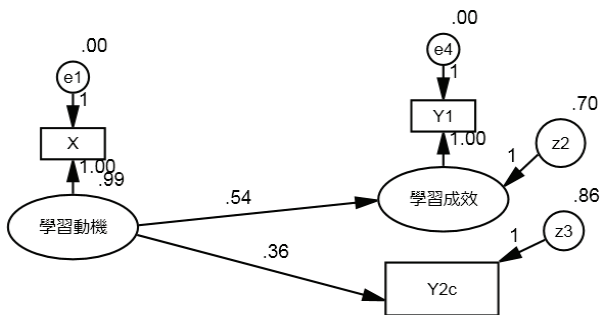


圖 6. 學習模型中介效用分析之總效用圖

Model Specification All Data Most General Model
卡方值=CMIN
自由度=DF P=P
GFI=GFI AGFI=AGFI
RMSEA=RMSEA
0, 0.187

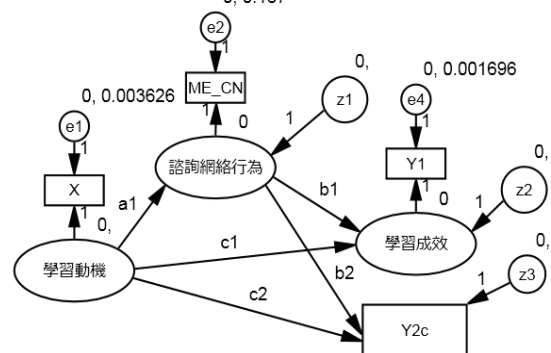


圖 7. 中介效用分析變數代碼圖

總效用分析完後，續以諮詢網絡行為作為中介因子，分析其中介效用，分析結果為中介效用顯著，中介類型則為部份中介及完全中介；將諮詢網絡以最概法計算中介效用，續以貝氏估計法所估算之中介效用分析如表 9；諮詢網絡行為對學習成效受學習動機的影響皆具部份中介效用（49.5%總效用, a1, a1b1, c2 顯著），而諮詢網絡行為對成績受學習動機的影響皆具完全中介效用（97.4%總效用, a1, a1b2, 顯著, c2 不顯著）。簡言之，諮詢網絡行為對學習成效及成績受學習動機的中介效用顯著，且中介型態為部份及完全中介。代碼請見圖 7。而干擾分析以巢形模式卡方差檢定，檢定結果不顯著；由表 10 可看出，一階及二階效用干擾均不顯著，意即班級並未對學習模型形成干擾。

表 9. 貝氏估計法估算諮詢網絡中介學習之分析表

Numeric Estimands	Mean	S.E.	S.D.	95% Lower bound	95% Upper bound	顯著性
一階效用a1	0.39	0.001	0.089	0.217	0.565	顯著
二階效用b1	0.674	0.002	0.204	0.311	1.123	顯著
二階效用b2	0.852	0.004	0.238	0.443	1.37	顯著
間接效用a1b1	0.263	0.001	0.099	0.1	0.485	顯著
間接效用a1b2	0.332	0.002	0.12	0.137	0.603	顯著
總效用Y1	0.538	0.001	0.083	0.374	0.7	顯著
總效用Y2	0.362	0.001	0.092	0.182	0.541	顯著
間接效用a1b1佔總效用Y1比例	0.495	0.002	0.191	0.185	0.927	顯著
間接效用a1b2佔總效用Y2比例	0.974	0.006	0.882	0.373	2.003	顯著

表 10. 諮詢網絡作為學習行為下，班級干擾效用巢形模式卡方差檢定表

Model	DF	CMIN	p值
一階效用干擾	2	.474	.789
二階效用b1干擾	2	.045	.978
二階效用b2干擾	2	.267	.875
直接效用c1干擾	2	1.288	.525
直接效用c2干擾	2	1.063	.588

表 11. 社會網絡行為之中介效用分析及班級之干擾效用分析摘要表

中介因子	動機→成效	動機→成績	班級干擾效用
諮詢網絡	顯著 部份中介49.5%	顯著 完全中介97.4%	不顯著
友誼網絡	不顯著 X	顯著 部份中介45.5%	不顯著
情報網絡	顯著 部份中介32.9%	顯著 完全中介96.2%	不顯著
信任網絡	不顯著 X	顯著 部份中介27.4%	不顯著

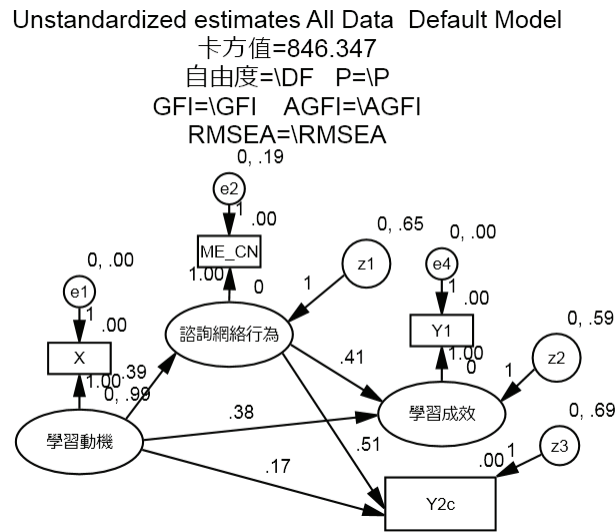


圖 8. 諮詢網絡學習行為中介學習分析圖

若將友誼網絡視為學習行為，分析其對學習之中介效用，其結果為友誼網絡行為對學習成效受學習動機的影響之中介效用不顯著，而對成績受學習動機的影響之中介效用顯著，中介型態為部份中介。b1 二階效用不顯著，而 a1b1 間接效用也不顯著，因此友誼網絡行為對學習成效由學習動機之中介效用不顯著。b2 二階效用顯著，而 a1b2 間接效用也顯著，因此友誼行為對成績由學習動機的影響，具顯著中介效用，中介型態是部份中介。干擾效用以巢形模式卡方差檢定，檢定結果不顯著；一階及二階效用干擾均不顯著，意即班級並未對學習模型形成干擾。

若將情報網絡視為學習行為，分析其對學習之中介效用，其結果為情報網絡行為對學習成效受學習動機的影響之中介效用顯著，中介型態為部份中介，而對成績受學習動機的影響之中介效用顯著且為完全中介。情報網絡中介成績分析中，a1 一階、b2 二階、a1b2 間接效用顯著，而 c2 不顯著，且佔 96.2% 總效用，因此情報網絡中介成績之效用顯著且為完全中介。干擾效用以巢形模式卡方差檢定，檢定結果不顯著；一階及二階效用干擾均不顯著，意即班級並未對學習模型形成干擾。

若將信任網絡行為視為學習行為，分析其對學習之中介效用，其結果為信任網絡行為對學習成效受學習動機的影響之中介效用不顯著，而信任網絡行為對成績受學習動機的影響之中介效用顯著，中介型態為部份中介。學習成效受信任網絡行為中介效用佔總效用 11.7%，且檢定不顯著，因此中介效用不顯著；而成績受信任網絡行為中介之效用佔總效用 27.4%，且檢定為顯著，中介型態為部份中介。干擾效用以巢形模式卡方差檢定，檢定結果不顯著；一階及二階效用干擾均不顯著，意即班級並未對學習模型形成干擾。

由以上之分析得知，在相同的學習動機下，較多的諮詢網絡及情報網絡之學習行為，即會有較高的學習成效，而其中介的型態為部份中介；而在相同的學動機下，較多的諮詢網絡、友誼網絡、情報網絡及信任網絡之學習行為，即會有較高的成績表現，而且其中諮詢網絡及情報網絡為完全中介，友誼網絡及信任網絡為部份中介。而不論是將那種社會網絡學習行視為中介因子，班級作為干擾因子均未對學習產生任何顯著影響，其整理摘要如表 11 所示。

五、討論與結論

5-1 研究設計與發現

研究設計為將質性研究所調查之學習因果模型依成就動機理論簡化為待驗證之學習因果模型，如圖 2；由問卷調查（ $N=112$, Cronbach $\alpha=0.617\sim 0.813$ ），取得學習動機、學習成效及社會網絡之相關數值，再加上學期成績成為初級資料；接續以 SPSS、NodeXL、Amos 等軟體進行資料分析，其分析流程如圖 3；在 SPSS 中進行描述統計、相關性分析、信度分析、因子縮減等；而 NodeXL 則由關係矩陣資料計算每個樣本在四個社會網絡中的六種社會網絡測量，這四個社會網絡包含諮詢、情報、友誼及信任，再以 SPSS 之相關性分析，挑選關係顯著之測量，並以縮減因子計算出個別社會網絡之構念；Amos 則是進行探索性因素分析、效度檢驗、模型適配性檢驗、中介效用及干擾效用分析等。

在研究設計限制條件下，本研究之發現為：

1. 將不合信度及效度檢驗之題項去除後，電腦繪圖學習因果模型各構念題項及信度如表 2；共 16 個題項，而其區別效度均佳；可用「畢業後會留在室內設計業界」，「學習電腦對設計課、升學、就業等有幫助」等四個問項來代表「學習動機」；而以「將來會應用所學」、「學習成果滿意度」及「對老師教學的滿意度」來構成「學習成效」。
2. 學習動機與學習成效及成績二個因素為均顯著正相關，意即高的學習動機就會有高的學習成效及好的成績表現，如表 8 及圖 6。因為電腦學習屬於高難度的任務，符合成就動機理論，可強化學習動機來提昇學習成效。
3. 將「諮詢」、「情報」、「友誼」及「信任」等四種社會網絡假設為學習行為，其個別的模型適配性不同，如表 6；其中顯著水準最高及解釋力較佳的為「諮詢」及「情報」網絡；如圖 4 及圖 5。意即對學習而言，學生的四種社會網絡中，以諮詢及情報網絡對學習有顯著的影響，相對地，信任及友誼網絡對學習的影響不顯著；這樣的結果不意外，因為質性研究時，學生即表示遇到困難時便會求助其他同儕，因此諮詢及情報網絡對學習俱影響顯著只是以量化研究映證的質性研究的結果。
4. 社會網絡作為電腦學習的中介因子，其中介效用顯著，中介類型則為完全中介及部份中介，詳如表 11。其中「諮詢」及「情報」網絡對學習因果模型的中介效用最為顯著。中介效用顯著即代表圖 2 的研究架構及假設成立，同樣的學習動機下，愈高的社會網絡學習行為，就會有愈好的學習成效。
5. 「諮詢網絡」構念由「向他人諮詢」的內向關係數 In-degree、中介中心性 Betweenness-centrality 及特徵向量中心性 Eigenvector-centrality，以及「協助他人」的 Out-degree 等組成，可以看出 In-degree 及 Out-degree 都是指願意教導其他同學的關係數量和，直接反應出指導的人數愈多，就愈有好的學習成效，因此非常接近本禮記「教學相長」的道理，教人的同時可能也要整理自己所學然後教導別人，而在受到大家的諮詢同時，也可能提昇學生個人的信心及學習動力，成為正向回饋。而中介中心性 B_{tn}，代表的是作為網絡的中間者，或者說是資訊的橋樑，對資訊有比較好的掌握能力，知道誰可以解決問題，許多人會需要他的協助才能完成交流，因此可能有比較高的學習動機、成效及成績。而特徵向量中心性，代表的是這個成員在這個網絡中的相對重要性；而在解決電腦操作問題情境下，A 成員向 2 位比較少人諮詢的同學請教，B 成員也向 2 位比較多人資訊同學請教，B 成員的特徵向量中心性就

比較高，也就是他所諮詢的對象比較多人諮詢，相對 B 可能就會學得比成員 A 好，所以問對人也很重要。因而可以看出諮訊網絡對學習因果的中介效用即來自這些網絡行為確實影響學習因果，也就是在學習電腦繪圖時願意協助他人的成員自己也會有較好的學習成效及成績，在學的同時也教人的同學，其學習成效顯著。

6. 三個班級的本質差異甚大，如表 1，在許多議題上呈現明顯差異，然由干擾效用干擾效用分析結果可知，三個班的干擾效用均不顯著，不足以影響學習因果模型。原以為組成分子、教室氣氛及各題項答案的組間差異大，可能會干擾學習的因果關係，唯結果並非如此，三班縱然差異性大，但是相同學習動機下，比較高的學習互動，就會有比較好的學習成效，這樣的模型並未受到顯著影響。

如何改善電腦繪圖學習的成效是整個研究的核心。為能廣泛理解現象背後的因素，採行動研究方法，先由非結構性訪談得知有許多可能影響學習成效的因素；包含老師授課方式、兼任老師未按教學目標教學、不同學制的課程銜接、軟體難易度、練習頻率、學習動機、班級氣氛、設備好壞等。原先設想學生因為缺乏練習而進步有限，所以前測時將練習頻率及影響練習的因素，如打工、上網、交友、社團或設備不足等因素納入問項，唯分析顯示，練習頻率及其他因素均與學習成效無顯著相關。而前測也排除手工繪圖能力與學習成效的關係，因此研究轉向學習動機高低與練習品質二個因素對成效的影響。由迴歸分析發現，學習動機高的同學確實有顯著的高學習成效，因而驗證了「成就動機理論」適合用來解釋電腦繪圖學習中動機與成效的關係。而在練習品質方面，最大的困擾是遭遇困難時，因無法排除困難而中斷練習，而最常尋求的協助管道是同儕，因此研究重點轉變為探索學生之間的互助如何影響由成就動機理論所建構的模型。

學習電腦繪圖的目的不只是學會軟體指令，重要的是學習如何以指令依序完成一完整的專業圖面；是一種建構式或程序式的學習，因而練習過程中，常因無法排除錯誤而中斷操作，在課後無法立即尋求教師協助下，向同儕求救是最自然及及時的方法。而為了研究學生間的互動如何影響學習過程，研究由驗證性因素分析轉變為探索性因素分析，而理論對話則加入以研究封閉網路中成員間的互動關係為主的「社會網絡理論」。一個封閉的社會網絡，通常會有四種網絡，包含「信任、諮詢、友誼與情報」等。至此，研究重點轉而探索這四類網絡如何影響學習模型。

在收集學生間的四種網絡關係矩陣後，以社會網絡關係分析軟體 NodeXL 計算出網絡成員間六種網絡測量矩陣；包含單純的向外及向內的關係數、三種中心性測量和一個群集測量等。透過相關性分析，挑選出與學習動機、學習成效相關性顯著的網絡測量作為各別網絡構念的組成因子。然數理上的顯著相關性並未等同合乎事理。以諮詢網絡為例，二個問項的十二個網絡測量中，有四個測量相關性顯著，包含諮詢他人時的向內關係數、中介中心性及特徵向量中心性、協助他人時的向外關係數等，由測量的原意可理解，協助他人愈多、知道誰最能解決問題，以及和電繪厲害的同學關係愈好，在遭遇困難時就容易排除問題，因而有較好的學習成效。而情報網絡中傳遞愈多課程消息，接受愈多消息，愈接近主動傳播消息者，也比較能找到解決問題的正確管道，因而也會有較好的成效。如此看來，這些顯著性高的測量也驗證四個網絡中解決問題的關鍵。然而四個網絡構念對學習的中介效用是否顯著，則得進一步驗證。

在原來單純的「動機→成效+成績」模型中加入網絡關係的構念，必須先作路徑分析以確認其適配性，再以合適的模型來分析中介效用及干擾效用。依路徑分析，四種網絡都是以「沒有網絡到成績的路徑」模型較佳，意即「動機→網絡→成效+成績」模型較能適合解釋數據背後的架構。而在檢驗各別網絡的中介效用類型時，諮詢及情報網絡為完全中介及部份中介類型，而信任及友誼網絡的中介效用不顯

著。至此即可看出學習中的學生在相同的學習動機下，願意協助他人解決問題或傳遞訊息者，會有比較好的學習成效，正合乎「教學相長」的古諺。然這樣的結果是否會因不同班級而有差異，則須經干擾效用分析；其分析結果，在四種網絡中班級的干擾效用均不顯著，所以雖然三班的組成份子、問項組間差異顯著，但其干擾效用並不顯著，也就更加確認電腦繪圖學習中，學生間「教學相長」的道理。

5-2 研究價值及意義

研究方法的創新為不諱驗證理論，隨研究進行提出新切入點及理論架構。研究設計並非從一而終，隨著資料收集及分析，採用不同的理論切入點，由演繹成就動機理論在電腦繪圖學習上的因果關係，進而加入社會網絡理論，歸納社會網絡測量對因果關係的影響。在研究方法上，先由質性研究理解現象的可能原因，再轉而量化研究，驗證動機與成效的關係，然唯尚未找出改善問題的關鍵，轉而再分析練習品質不佳的原因，確認可能的構念後，再增加量化的探索性因素分析，融合不同的計量方式，將社會網絡測量作為學習行為因子，最後驗證研究模型。如此交替使用研究方法及加入不同的對話理論的過程，提供未來研究電腦繪圖上新的切入點及理論架構。

對電腦繪圖教學的價值在確認影響學習成效的因素，包含學習動機及學生間互動。研究成果驗證成就動機理論適合於電腦繪圖學習場域；提高其學習動機，即能提高其成效，因而教師應於課程開始，說明這個技能對其學習、升學及職涯的重要性，冀能提高學習動機及成效。而研究也顯示，學生間在諮詢及情報網絡行為愈頻繁，愈能提昇成效，因而教師也應於學習過程中鼓勵學生間的互動。這樣的成果有助於電腦繪圖教學品質的提昇。

不同班級的組成份子及學習氣氛雖有差異，卻不會影響學習模型。因此在電腦圖學教學過程，不必太在意不同班級的差異，而應著重於促進學習動機及培養互動學習氣氛，便能有較好的學習成效。這樣的成果也對電腦繪圖教學也俱參考價值。

5-3 研究限制與建議

樣本代表性尚不足以歸納通則理論。研究樣本僅為同校三個不同學制的學生，尚未驗證是否適用於其他學校；樣本數不足也會造成統計上的誤差，然電腦繪圖課程都是以一個班為單位，想要讓樣本數超過 200，有實務上的困難度，尤其如果又想控制研究條件，排除老師、課程進度、軟體、教室因素等，更是不容易達成。未來可考慮在不同學校間再進行抽樣，以期擴大理論之通用性。

網絡孤島可進一步研究。部份學生獨來獨往，甚至不願意填答問卷，這種人也許分數很高，也許分數很低，然因其學習行為顯然不著重在與其他同學互動，因而或許可發現其他影響學習成效的因素。

社會網絡測量作為學習行為值得進一步探討。因社會網絡測量有 27 種，並且許多有其背後之假設及理論依據，仍值得深究那些社會網絡測量適用於不同學習場域。

參考文獻

1. Ames, C., & Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation processes. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 260-267
2. Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and*

- Social Psychology*, 51(6), 1173-1182.
3. Bentler, P. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*, 107(2), 238-246.
 4. Bian, Y. (1997). Bringing strong ties back in: Indirect ties, network bridges, and job searches in China. *American Sociological Review*, 62(3), 366-385.
 5. Biddle, S. K., Cury, F., Goudas, M., Sarrazin, P., Famose, J.-P., & Durand, M. (1995). Development of scale to measure perceived physical education class climate: A cross-national project. *British Journal of Educational Psychology*, 65(3), 341-258.
 6. Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. New York, NY : Wiley.
 7. Browne, M., & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. In K. Bollen & J. Long (Eds.), *Testing structural equation models*. Newbury Park, CA: Sage.
 8. Bryman, A., & Cramer, D. (1997). *Quantitative data analysis with SPSS for Windows*. London, England: Routledge.
 9. Divjak, B., & Peharda, P. (2010). Social network analysis of study environment. *Journal of International Students*, 34(1), 67-80.
 10. Dziuban, C. D., & Shirkey, E. C. (1974). When is a correlation matrix appropriate for factor analysis? Some decision rules. *Psychological Bulletin*, 81(6), 358-361.
 11. Evans, K. M. (1966). *Sociometry and education*. New York, NY: The Humanities Press.
 12. Fornell, C., & Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
 13. Granovetter, M. (1973). Strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380.
 14. Granovetter, M. (1985). Economic-action and social-structure – the problem of embeddedness. *American Journal of Sociology*, 91(3), 481-510.
 15. Hamadea, R. F., Artailb, H. A., & Jaberc, M. Y. (2006). Evaluating the learning process of mechanical CAD students. *Computers & Education*, 49(3), 640-661.
 16. Karolchuck, P. A., & Worell, L. (1956). Achievement motivation and learning. *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, 53(2), 255-257.
 17. Kenny, D. A. (2008). Reflections on mediation. *Organizational Research Methods*, 11(2), 14-21.
 18. Krackhardt, D. (1992). The strength of strong ties: The importance of Philos in organization. In N. Nohria & R. G. Eccles (Eds.), *Networks and organizations: Structure, form, and action* (pp. 216-239). Boston, Mass: Harvard Business School Press.
 19. Krackhardt, D., & Hanson, J. R. (1993). Informal networks: The company behind the chart. *Harvard Business Review*, 71(4),191-196.
 20. Kunz, W., & Pradhan, D. K. (1994). Recursive learning: A new implication technique for efficient solutions to CAD problems-test, verification, and optimization. *Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, IEEE Transactions on*, 13(9), 1143-1158.
 21. McClelland, D. C. (1965). Toward a theory of motive acquisition. *American Psychologist*, 20(5), 321-333.
 22. McClelland, D. C., Atkinson, J. W., Clark, R. A., & Lowell, E. L. (1953). *The achievement motive*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
 23. McClelland, D. C. (1958). Methods of measuring human motivation. In J. W. Atkinson (Ed.), *Motives in fantasy, action and society* (pp. 12–13). Princeton, N. J.: Van Nos-trand.

24. McClelland, D. C. (1961). Methods of measuring human motivation. In J. W. Atkinson (Ed.), *The achieving society* (pp. 41-43). Princeton, N. J.: Van Nostrand.
25. Nicholls, J. G. (1984). Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review*, 91(3), 328-346
26. Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment*, 1(1), 21-21.
27. Puca, R. M., & Schmalt, H. D. (1999). Task enjoyment: A mediator between achievement motives and performance. *Motivation and Emotion*, 23(1), 15-29.
28. Russo, T. C., & Koesten, J. (2005). Prestige, centrality, and learning: A Social network analysis of an online class. *Communication Education*, 54(3), 254-261.
29. Schumacher, M., Roßner, R. & Vach, W. (1996). Neural networks and logistic regression. *Computational Statistics and Data Analysis*, 21(6), 661-682.
30. Wahab, M. B. H. A. (2007). Study on the impact of motivation, self-efficacy and learning strategies of faculty of education undergraduates studying ICT courses. *The Journal of Behavioral Science*, 2(1), 151-185.
31. Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
32. Weiner, B. (1979). A theory of motivation for some classroom experiences. *Journal of Educational psychology*, 71(1), 3-25.
33. Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92(4), 548-573.
34. Yang, H.-L., & Tang, J.-H. (2003). Effects of social network on students' performance: A web-based forum study in Taiwan. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 7(3), 93-107.
- 吳秀玲 (2008)。不同異質合作分組創造思考教學對國中學生電腦繪圖成效與創造力之研究 (未出版碩士論文)。國立彰化師範大學，彰化市，台灣。
- Wu, S. L. (2008). *The study of creative thinking teaching approach on the performance of computer graphic and creativity junior high school students* (Unpublished master's thesis). National Changhua University of Education, Changhua City, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
35. 李義平 (2006)。影響國中生數學學習成績之因素分析—以台中市安和國中為例 (未出版碩士論文)。中華大學，新竹市，台灣。
- Lee, Y. P. (2006). *Factor analysis of junior high school learning mathematics—Take Anho junior high school as example* (Unpublished master's thesis). Chunghwa University, Hsinchu City, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
36. 林甘敏 (2005)。e-Learning 高低學習成效學員互動學習行為歷程之探討 (未出版碩士論文)。雲林科技大學，雲林縣，台灣。
- Lin, K.-M. (2005). *A Study on Interactive Learning Behaviors Portfolio of higher and lower achievement students in e-Learning* (Unpublished master's thesis). National Yunlin University of Science and Technology, Yunlin County, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
37. 袁和法、劉平、許懋琦 (2004)。工業設計的發展需要製圖教學的創新。 *華東理大學學報：社會科學版*, 19 (3) , 117-120。
- Yuan, H. F., Liu, P., & Hsu, M. C. (2004). The development of industrial designing needs innovation of

- drawing teaching. *Journal of East China University of Science and Technology* (Social Science Edition), 19(3), 117-120. [in Chinese, semantic translation]
38. 莫春柳 (2005)。工業設計專業的工程製圖教學模式探索。《工程圖學報》，26 (2) ，142-145。
Mo, C. L. (2005). Exploration of the Engineering Graphics Teaching Mode for Industrial Design Specialty. *Journal of Engineering Graphics*, 26(2), 142-145. [in Chinese, semantic translation]
39. 莊謙本 (2001)。鷹架式教學法在專科學校專業技術科目教學之成效研究 (行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，NSC90-2516-S003-009)。台北市：國立臺灣師範大學工業教育學系。
Chuang, C. B. (2001). *The effectiveness of scaffolding-based skill instruction for technical junior colleges* (Research project report of Taiwan National Science Council, NSC90-2516-S003-009). Taipei, Taiwan: Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University. [in Chinese, semantic translation]
40. 陳正和 (2001)。影響青年學習行為的組織承諾、信念與一些社會特徵。《應用心理研究》，11，117-140。
Chen, J. H. (2001). Beliefs, Organizational Commitments, Deviant Learning Behaviors: A Study of the University Students. *Research in Applied Psychology*, 11, 117-140. [in Chinese, semantic translation]
41. 陳順宇 (2007)。結構方程式模式 Amos 操作。台北市：心理出版社。
Chen, S. Y. (2007). *Structural equation modeling: The operation of Amos*. Taipei: Psychological Publishing. [in Chinese, semantic translation]
42. 黃教益 (1994)。由電腦應用談室內設計之電腦教學方向。《台南家專學報》，13，283-288。
Huang, C.-I. (1994). Exploration of teaching CAD in interior design according to the computer implementation in industry. *Journal of Tainan Junior College of Home and Economics*, 13, 283-288. [in Chinese, semantic translation]
43. 黃教益 (2007)。台南科大電腦繪圖課程教學之研究。《中原大學室內設計系第六屆國際學術研討會論文集》，483-491。桃園：中原大學。
Huang, C.-I. (2007). A study of teaching CAD in Tainan University of Technology. *Papers Collection of 2007 International Conference on Interior Design*, 483-491. Tao-Yuan: Chung Yuan Christian University. [in Chinese, semantic translation]
44. 黃教益 (2009)。《科技·創新與室內設計》。台南市：漢家出版社。
Huang, C.-I. (2009). Technology, innovation and interior design. Tainan: Han Gu Publisher. [in Chinese, semantic translation]
45. 鄧成連 (1997)。平面設計教育之電腦繪圖教學研究。《設計學報》，2 (2) ，21-36。
Teng, C. L. (1997). A study of computer graphics education in graphics design courses. *Journal of Design*, 2(2), 21-36. [in Chinese, semantic translation]
46. 鍾桂民 (2008)。《應用社會網絡分析於研究生知識社群之研究》(未出版碩士論文)。輔仁大學，台北市，台灣。
Chung, K. M. (2008). *Applied social network analysis in the research of the postgraduate student knowledge community* (Unpublished master's thesis). Fu Jen Catholic University, Taipei City, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
47. 羅家德 (2005)。《社會網分析講義》。北京：社會科學文獻出版社。
Luo, J. D. (2005). *Lecture of social network analysis*. Beijing: Social Science Literature. [in Chinese, semantic translation]

48. 關道文(2003)。停止教授 CAAD 的理由。摘自邱茂林編, *CAAD TALK3 數位設計教育*(頁 68-81)。台北市: 田園文化出版。
- Kuan, T.W. (2003). The reason of stop teaching CAD. In M. L. Chiu (Ed.), *CAAD TALK3 Digital Design Education* (pp. 68-81). Taipei: Garden City. [in Chinese, semantic translation]

Teaching and Learning Help Each Other: A Study on Students' Social Network Intermediated CAD Learning Motivation and Performance

Chiao-I Huang* Ding-Bang Luh** Shin-Far Kung***

* Dept. of Interior Design, Tainan University of Technology, Taiwan
hng.joe@gmail.com

**Institute of Creative Industry Design, National Chenkung University, Taiwan
luhdb@mail.ncku.edu.tw

*** sfkung@mail.ncku.edu.tw

Abstract

To improve CAD learning performance, this paper studies the crucial factors of learning process. Based on Achievement Motivation Theory, a questionnaire was used to test the causality between motivation, behavior and performance with constraint conditions (N=112, Cronbach alpha=0.617~0.813), which were of the same period, course, and classroom in 3 different classes. Since no significant correlation was found in the pretest between practice and the other two factors, the authors adopted Social Network (SN) theory to approach the behavior issue. Social Network Analysis (SNA) was used to calculate six social metrics of four networks. Then factor analysis was used to select proper metrics for further study. After model fitness comparison in Amos, research goes on mediation from social network, and moderation from different programs. The result shows that under the same motivation level, higher social network behavior could result in higher learning performance and better scores. Furthermore, different programs have no moderation effect on such learning model. That students' social network has significant mediation effects on CAD learning is the evidence of a wise old saying in Li Ji Xue Ji: "Teaching and learning help each other".

Keywords: CAD, Achievement Motivation Theory, SNA, Mediation, Moderation, Amos, NodeXL.