

電腦模擬應用於師資培訓的價值性之探討

葉玉珠

國立中山大學客座助理教授

摘要

電腦模擬之應用於師資培訓始於1960年代。在1970年代，電腦模擬雖已受到教育界的青睞，但大部分的模擬應用均限於科學教育及特殊教育的師資培訓。目前，電腦模擬已被廣泛地應用於各級學校的教學。近年來，許多研究者建議將電腦模擬視為師資培訓的有效工具。就現況而言，大多數的模擬均應用於一般的教學（即以學生為使用對象），應用於師資培訓者（即以教師/職前教師為使用對象）仍屬少數；國內將電腦模擬應用於師資培訓的例子更是罕見。無庸置疑地，二十一世紀的教師將面臨更多的挑戰；因此，師資培訓的方法必須多元化。結合科技與資訊以進行師資培訓，似乎是一個可行方法也是一種發展趨勢；而「電腦模擬」正為此一需求提供了一個良好的解決方案。本文旨在為此一論點進行理論基礎的詮釋及實徵研究的舉證，以彰顯電腦模擬應用於二十一世紀的師資培訓之必要性與價值性。本文最後呼籲各界共同致力於發展師資培訓的電腦軟體；文中並提及電腦模擬在課程設計上的應注意事項，以供軟體設計者參考。

緒論

電腦模擬是藉由電腦來操作控制的系統；在現實環境中，因時間、花費及危險等因素的限制而無法嘗試的情境，可藉由電腦來親身體驗(Dennis & Kansky, 1984)。在教學上，應用電腦模擬的主要目的乃在配合學習者的需求，以提供學者一經歷真實世界時解決問題的練習機會。Jonassen (1996) 更將電腦模擬視為「心智工具(Mindtools)」--一個運用電腦環境與軟體來激發學習者高層次思考與創造力，並加強知識的保留與遷移的知識建構與認知學習的工具。

電腦模擬之應用於實際生活可追溯至十七世紀，其發展史可分為三個階段：軍事上的運用、商業上的運用、及教育上的運用(Willis et al,

1987)。十七世紀的「戰爭遊戲(War Game)」可能是運用電腦模擬的最早例子；當時，「戰爭遊戲」是被用於模擬戰役的情況。在商業上的運用方面，最早的電腦模擬可能是「最高管理決策模擬(Top Management Decision Simulation)」(Willis et al., 1987)。當電腦模擬在軍事及商業上的運用迅速發展時，電腦模擬並未引起教育界的注意。一直到1960年代，有幾個用於師資培訓的電腦模擬課程問世後，電腦模擬才開始被應用於教育領域；然而，電腦模擬真正受到教育界的青睞則延至1970年代。當時電腦模擬雖逐漸被大量運用於中小學的師資培訓課程，但大都限於科學教育及特殊教育領域。由於電腦模擬在教學方面不但提高了許多新教學方案的可行性，而且提供了一高效率的教學評鑑工具，近年來電腦模擬已被廣泛地運用於美國各級學校的教學上 (Long & Pedersen, 1992; Smith & Ragan, 1993; Venezky & Osin, 1991; Willis et al., 1987)。受到此一潮流的鼓舞，電腦模擬也開始被應用於科學教育及特殊教育以外領域的師資培訓上。許多研究者呼籲將電腦模擬視為進行師資培訓及瞭解教師的教室行為之有效工具(Haneghan & Stofflett, 1995; Kenny et al., 1995; Strang et al., 1991; Strang et al., 1996; Strang & Yeh, 1995; Wellington, 1995; Wood et al., 1985; Yeh, 1997)。

雖然電腦模擬在教育上的應用正在蓬勃發展中，但大部分的電腦模擬課程均為一般教學的應用（即以學生為使用對象）；在師資培訓上的應用(即以教師/職前教師為使用對象)仍屬少數。目前國內將電腦模擬應用於師資培訓上的例子更是罕見。在許多教育及訓練的情境，電腦模擬的效果可能優於實物 (Garcia, 1995; Shapiro & McDonald, 1992; Sherman & Judkins, 1992)。二十一世紀將是一個高度資訊化的社會，學生的需求將更多、更複雜，因而師資的培訓必須朝多元化與資訊化發展；「電腦模擬」正為此發展趨勢提供了一個良好的輔助工具。本文旨在為此一論點進行理論基礎的詮釋及實徵研究的舉證，以彰顯電腦模擬應用於二十一世紀的師資培訓之必要性與價值性。

電腦模擬應用於學習/師資培訓的理論基礎

Heinich等(1989)認為電腦模擬乃是應用電腦科技汲取生活情境中之重要部份或將生活情境簡化，讓學習者能參與其中；因此，電腦模擬是一個角色扮演的過程。Willis等 (1987)也認為電腦模擬是將學習者置於一個「不是真實的，但卻複製某些真實情境」的脈絡中，並使其扮演主動的角色。因此，「參與」可說是電腦模擬的最主要特徵，而此一「參

與」的要素主要是源自於下列四種理論觀點：行為理論、認知行為理論、認知理論、及人種誌學(ethnology)。

行為理論強調有回饋的練習和學習的增強之重要性；此一觀點對於早期技能學習的模擬影響尤大。提供及時與正確的回饋，有助於提昇學習動機與學習效果；大部分的電腦模擬均提供此一功能(Willis et al., 1987)。

認知行為理論則是強調情緒和知覺(perception)的重要性。認知行為理論者認為情緒和知覺同時扮演學習的促進者(facilitator)和阻礙者(inhibitor)的角色。他們相信高度焦慮會降低學習效果，而適當的情緒激起(arousal)則是達成最佳學習效果不可或缺的。與傳統教學相較，學生通常在電腦模擬中表現出較高的參與動機與較低的焦慮。在知覺方面，認知行為理論者認為：個人如何詮釋其經歷對其發展的影響遠大於他/她經歷了什麼。傳統的電腦模擬並不重視情意領域的變項，但最近電腦模擬的課程設計者已開始注意知覺、態度、及期望等概念的重要性；許多模擬軟體均已將這些情意變項的影響融入其中(Willis et al., 1987)。

「參與」要素的第三個理論基礎——認知理論——最具影響力的代表者首推皮亞傑。皮亞傑認為兒童是主動的知識追求者與建構者。他同時強調思考過程、推理的品質與結構、以及良好學習環境的重要性。大部分以皮亞傑的理論為基礎所建構的電腦模擬強調下列重點(Willis et al., 1987)：

- 學習環境應使學生能獨力學習與發現事物；
- 學生能從不同角度嘗試問題解決，並獲得回饋；
- 學生應有機會與同儕互動；
- 師生的互動應在個別化的基礎上產生；
- 學生應有機會發展其對這個世界的觀感之心理模式。

電腦模擬允許學生嘗試以不同的方法解決問題，而且常以小組學習的方式進行，這使得學生有機會與同儕互動。此外，學生在問題解決的過程中也得以發展其對這個世界的觀感之心理模式。

「參與」要素的第四個理論基礎——人種誌學——提供了電腦模擬實驗性課程設計的資源。根據人種誌學者的看法，「遊戲」是學習的良好方法，因為「好玩」是人類的天性。電腦模擬也可說是電子遊戲；在此遊戲中我們學習角色扮演。欲使模擬課程有趣生動，有三個因素是必需要考慮的；即挑戰、幻想和好奇(Willis et al., 1987)。

電腦模擬與師資培訓

電腦模擬應用於師資培訓的理由

電腦模擬在教育上的應用之所以會越來越受到歡迎，主要是因為它能提高教育資訊的可用性並提供良好的訓練環境、有效的評量工具與極富彈性的教學(Long & Pederson, 1992; Venezky & Osin, 1991; Willis et al., 1987)。許多研究者認為：在許多教育及訓練的情境，電腦模擬的優點強於「實物(real thing)」(Garcia, 1995; Rheingold, 1991; Shapiro & McDonald, 1992; Sherman & Judkins, 1992)。例如：Garcia(1995)認為與傳統的實驗室教學相較，電腦模擬具有許多教學上的優點；在購買、維護、及更新上均較便宜；而且提供了一個安全的學習環境。國內學者林秀美(民85)也認為：電腦模擬可提供一學習自主的學習模式以替代傳統的學習模式，並提供學習者一個把握重點、遷移技能、嘗試錯誤、評估的學習環境。

電腦模擬之所以能使得傳統的課室教學更加充實，可從下面幾個方向來分析：

1. 電腦模擬提供一個經濟、安全及低壓力的學習環境：

就金錢或時間的花費而言，在電腦模擬的情境中進行師資培訓遠較於實際情境中進行為經濟。此外，電腦模擬所提供的安全及低壓力的學習環境有助於學生進行主動的思考及問題解決(Dowling, 1997)。

2. 電腦模擬使課程及教學的規劃更富彈性：

由於電腦模擬在培訓的時間、距離、或大小的限制上均較實際情境為小；因此，以電腦模擬進行師資培訓在課程及教學的規劃上能更有彈性。Dowling(1997)認為：電腦模擬能呈現動態的學習過程、能將不同的介入(intervention) 融入其中，而且表徵(representation)的模組(Modes)比實際生活情境更可以明確化、控制、及多樣化；透過楷模示範和表徵，有助於達成立即的目標、預測及計畫未來事件(Dowling, 1997)。

Rheingold(1992)也認為：「只要我們能調整自己並以電腦螢幕的方式思考，電腦螢幕的技術是一般性的，而且可將之運用於任何事物的學習。」(p. 92)

3. 電腦模擬可促進學習效果：

透過電腦模擬，學生可以根據個人的能力及需求，使所需的學習時間最大化；可以立即知曉其行為所產生的結果；以及可以有效運用選擇及處理的策略。此外，電腦模擬可藉由將複雜過程視覺化，化約複雜的訊息，使學生得以從事有效的思考(Dowling, 1997)。因此，電腦模擬可

促進學習效果。

4. 電腦模擬的學習可促進高層思考能力：

在高層思考能力的增進方面，Gelernter(1991)指出：透過電腦模擬可促進做決策及採取行動的有效性。Magnusson和Palinscar(1995)也表示：電腦模擬是教導課程內容及解決日常生活問題必備的思考及推理技巧的有力工具。Grant等(1997)以知識基礎系統(knowledge-based system, KBS)進行需求評估訓練，結果發現KBS能提供精確且穩定的訊息；KBS是以Visual Basic所寫成的軟體，其基本假設是電腦也能如人腦一般進行有效的問題解決與決策。Gorrell(1992)以電腦模擬訓練學習者對於教室管理問題的行為分析程序和能力；結果發現增加模擬的練習次數，可以增進問題解決的技巧。

5. 電腦模擬的課程設計可彈性調整以因應個別需求：

電腦模擬課程的設計可以是非常複雜的實際情境的模擬，也可以是一個非常簡單的想像情境的模擬；其內容的複雜度端賴教學目標與學生的需求。此外，電腦模擬的課程，也可視學習者的特質、學習內容及教學法的特徵，做適度的調整，以使教學效果最大化。學習風格和教學風格的有效互動是有效教學的一項重要指標；Gokhale(1996)認為應用多媒體的電腦模擬有助於在學習風格和教學風格之間搭起一座橋樑。近年來，有一些學者也強調：電腦模擬比一般課室教學更能滿足具有不同認知風格的學生之需求(Papert, 1993; Harel & Papert, 1991)。

6. 電腦模擬能提供有效的診斷與評量：

由於電腦模擬強調過程導向的學習，而且學生的行為表現均被詳細的記錄；因此教師可對學生的學習表現進行有效的評量並診斷其學習困難所在。Cisero與Royer(1997)曾以Computer-based Academic Assessment System (CAAS)診斷大學生的閱讀障礙；結果發現CAAS能有效區辨有學習障礙與無學習障礙的學生，而且能有效診斷學習障礙的類別。

由於電腦模擬的「多功能性」，許多教育學者及研究學者已嘗試將其應用於師資培訓。下面即對電腦模擬應用於師資培訓的成功經驗，加以舉證描述。

電腦模擬應用於師資培訓的研究舉隅與啟示

許多研究指出電腦模擬為師資培訓的有效工具(Hanefhan & Stofflett, 1995; Kenny et al., 1995; Strang et al., 1987; Strang et al., 1989; Strang et al., 1991; Strang et al., 1996; Strang & Yeh, 1995; Wellington, 1995; Wood et al., 1995; Yeh, 1997)。在這些研究中，教師/職前教師對於運用電腦模擬於師資培訓及教學練習上的價值性，均給予正面的肯定。這些研究也發

現透過電腦模擬，能有效地了解教師/職前教師的教學行為。

在教師態度的研究方面，Wood等(1985)發現不論是在職教師或職前教師均認為電腦模擬是培育師資的良好工具。在一個訓練教師內省教學(reflective teaching)的研究中，Kenny等(1995)發現職前教師對於電腦模擬在「將理論融入實際教學、分析實際的教學經驗、及改善與洞察教學情境的能力」三方面的運用之價值性，均給予高度的肯定。

在教師意識型態的研究方面，Strang與Yeh(1995)為了解職前教師是否會在「教學課程內容、不良教室行為的處理方式，以及學習成果的評量」三方面表現出種族與性別偏見的意識型態，乃以電腦模擬進行研究。結果發現：就整體而言，教師們並未表現出高度的性別與種族偏見的意識型態，但大部分的教師均能有效處理不良教室行為。

在教師如何因應學生的學習風格之研究方面，Strang等(1996)在模擬教學課程中，針對六位五年級的模擬學生設計一數學課程，以探討職前教師如何因應不同學習風格學生的需求，運用不同的教學活動。研究中模擬學生的學習風格包括：循規蹈矩學習者 (the actual routine learner)、即興學習者 (the actual spontaneous learner)、與概念導向學習者 (the conceptual specific learner)。研究發現學生的學習風格對於教師的教學活動決策有顯著的效果。

在教師課程規劃的研究方面，Sullivan等(1997)發現：不同背景的在職教師對 Bloom 四種認知領域作業及對時間分配有不同的偏好，而且教師在課程規劃的型態也因其背景的不同而有顯著的差異。教學已久者較注重整個班級的互動、教學時間尚短者較注重與小組的互動、而教學時間居中者則較注重與個別學生的互動。

在個人特質與參訓表現的關係之研究方面，Haneghan 與 Stofflett(1995)在一個案研究中發現：在模擬教學中，教師將其教學風格、興趣及技巧融入於培訓課程之中。他們也發現教師的自信、知識和經驗與其在培訓課程中的行為表現有關；這些行為包括花費於培訓課程的時間、培訓課程內容的選擇、培訓活動的進行、以及合作學習的參與程度。Haneghan 與 Stofflett (1995)指出：教師參訓的態度與程度是預測其未來教學能否成功的重要指標。

在教師高層次思考教學的研究方面，研究者(Yeh, 1997)以電腦模擬(批判思考的電腦模擬教學，Computer Simulation for Teaching Critical thinking, CS-TCT)，進行批判思考教學的師資培訓之研究。結果發現：CS-TCT 中的訓練課程顯著地增強了職前教師批判思考的整體教學效能、專業知識感、及正面教學行為。更明確地說，此一訓練課程有效地

改善了教師有關批判思考教學的內容知識，並增強了其使用有助於改善學生的判思考意向及批判思考技巧的教學行為。研究中並達成如下的結論：(1)電腦模擬可視為職前教師在批判思考教學訓練上之一有效工具；(2)在批判思考的教學過程當中，職前教師個人教學效能的改變中介其專業知識感與正面教學行為的改變；(3)欲增強職前教師對批判思考教學內容知識的了解與個人教學效能，培訓課程中必須安排一連串具有引導性的的練習；以及(4)職前教師的參訓熱誠是改善其批判思考教學效能的重要關鍵。

由上述的研究可知電腦模擬是了解教師信念、專業知識、與教學行為的一項經濟且有效的工具。而更重要的是：電腦模擬可用以增進教師的專業知識、個人教學效能及教學行為。誠如Robinson(1995)所言：已備知識、態度及行為三種改變內含於教育科技的使用，但新知識與態度本身並不足以引發行為的改變，「幾乎所有有意義的教育改變均需要新知識、新態度及新行為的同時注入。」(p. 110)

電腦模擬在課程設計上的應注意事項

良好的課程設計是將電腦模擬應用於師資培訓的成功關鍵所在。一個良好的電腦模擬課程最少必須具備三個要件；即信度、效度與實用度。效度意指在電腦模擬中的表現能預測實際生活情境表現的程度；信度意指在電腦模擬環境下，學習過程和學習過程的一致性和穩定性；實用度意指符合經濟效益的程度。此外，模擬課程的真實性、培訓目的、學習者的程度、動機因素、引導性的練習、有意的學習(mindful learning)及內省的教學(reflective teaching)，也是在進行課程設計時應考慮的事項。

具有高真實性的電腦模擬可能有助於提高學習者對真實事件的遷移，但也可能因其缺乏彈性而降低學習者將原始學習類化的可能性。Clark與Voogel (1985)指出：高真實性的模擬教學較適合用於程序性知識(procedural knowledge)的學習，而低真實性的模擬教學則較適合用於敘述性知識(declarative knowledge)的學習。在培訓目的方面，模擬課程視培訓目的之不同，在課程的設計上應有不同的強調重點。例如：若培訓目的在於技能的獲取，則在設計時須強調執行表現的準確度與速度的練習；若培訓目的在於智識的獲取，則須強調主動的探索與學習過程；若培訓目的在於思考能力的啟發，則須強調決策過程的主動探索(朱錦鳳，

民86)。在學習者程度的考量方面，一個理想的模擬課程應配合學習者的程度，設定不同的工作難度及學習目標，以使模擬課程能提供學習者適度的挑戰，而不至於造成過重的負擔或過大的挫折感。

有效的師資培訓模擬課程，除了應權衡上述的事項外，激發學習者的動機及提供引導性的練習更是不容忽視。電腦的動機功能(motivational function)一直是電腦教學發展的重要基礎；善用電腦的內在特徵，如立即的回饋、生命化、聲音、個別化及主動的互動等，有助於激發學習者的學習動機(Yang & Chin, 1996-97)；其中，互動性的探究(interactive exploration)有助於達到遷移及應用的學習效果(朱錦鳳，民86)。而有引導性的電腦模擬教學活動不但可用以激發學習者的自我發現(self-discovery)，而且有助於發展其推理技巧(Gokhale, 1996)。在精心建構及具有引導性的課程中之學習，要比在自然情境下的學習更有效(Carter, 1990)。此外，一個良好的電腦模擬師資培訓課程應允許教師探索各種可能的教學方法，並有機會評量自我的教學策略；因此，有意學習與內省教學均應融入培訓課程中。

近來，許多學者也建議將Gagn'e(1985)的九個教學事件融入模擬教學的設計中(Reeves, 1986; Sponder & Hilgenfeld, 1994; Stemler, 1997)；這九個事件為：喚起注意、告知學習者課程目標、刺激先備學習的回憶、呈現刺激材料、提供學習指引、引發行為表現、提供回饋、評估表現、及增進學習保留與遷移。這九個步驟不但提供了模擬課程在內容設計上一個良好的指標，也提示了課程設計在順序安排上的重要性。

結論與建議

二十一世紀的教師勢將面臨更多的挑戰；培育具有足夠專業智能與素養的「明日優良教師」是現今師範院校及教育學程等師資培育機構，所應共同努力的目標。了解職前教師的教學相關信念、特質、知識及行為，並據以設計課程及進行有效的師資培訓，為達成此一目標的必要條件。許多研究已發現電腦模擬在這些方面提供了一項經濟、方便、有彈性及有效的輔助工具。

「成功」教師的養成，已今非昔比。昔日的教師往往必須在分發後的實際教學中，從嘗試錯誤中學習，而慢慢成為優良教師；這不但有損教師自信的建立，也影響了學生的權益。今日優良教師的形成，已不能以此屠法煉鋼的方式來成就。實際的課室教學是測試一位教師能否有效

解決問題及將理論與實際融合的最直接、也是最佳方法；這種實際的教學練習對無教學經驗的職前教師而言，是最困難也是最有價值的。因此，使職前教師對其個人在教學上的優缺點有深入的了解，並提供最多的教學練習與自我能力提升的機會，應是所有師資培育機構所應致力的方向。此一理想看似容易，但在實際施行上卻困難重重；其主要原因乃為在升學的壓力下，大部分學校不願主動配合。就目前的情況而言，師範院校及教育學程修習「教學實習」的學生僅至各校試教幾次，已造成各校的困擾；若欲經常實施，恐怕是不可能的。往後幾年，由於教育部將積極推動落實小班小制教學，師資的需求量必然大增；加上師資培育多元化，許多綜合大學加入師資培育的行列，欲提供職前教師更多的教學練習機會是益發困難。所幸，電腦模擬提供了這樣的學習與訓練管道；電腦模擬不論是在了解職前教師的教學相關信念、特質、知識及行為，或是在增進職前教師的專業知識、教學效能及有效教學行為的使用上，均已有顯著的成效。國內的師資培育機構應善用此一媒介，以使未來的教師即便是在充滿挑戰的二十一世紀的教學環境中，仍能「勝任」、「愉快」地扮演成功的教師角色。

最後，需要有志者共同努力的是：積極發展師資培訓的電腦軟體。

「工欲善其事，必先利其器。」國內目前用於師資培訓的電腦軟體幾乎等於零。我們期待在進入二十一世紀之前，能有一些可用的軟體問世。成功的電腦模擬軟體繫於有效的模擬課程設計，程式設計者應善用電腦模擬的優點並斟酌電腦模擬課程設計的應注意事項。

參考文獻

朱錦鳳(民86)。教學電腦模擬的必備條件及注意事項。 *教學科技與媒體*，31(1)，49-53。

林秀美(民85)。電腦模擬：一個具有潛力的學習環境。 *視聽教育雙月刊*，38(3)，16-25。

Carter, K. (1990). Teacher's knowledge and learning to teach. In W. R. Houston (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education* (pp. 291-310). New York: Macmillan.

Cisero, C. A., & Royer, J. M. (1997). Can the Computer-based Academic Assessment System (CAAS) be used to diagnose reading disability in college students? *Journal of Educational Psychology*, 89(4), 599-620.

葉玉珠(1999)。國立中山大學共同科學報創刊號，167-179。

Clark, R. E., & Voogel, A. (1985). Transfer of training principles for instructional design. *Educational Communication and Technology Journal*, 33(2), 113-123.

Gagn'e, R. M. (1985). *The conditions of learning* (4th ed.), New York: Holt, Rinehart, & Winston.

Gorrell, J. (1992). Outcomes of using computer simulations. *Journal of Research on Computing in Education*, 24(3), 359-366.

Dennis, J. R., & Kansky, R. J. (1984). Electronic slices of reality: The instructional role of computerized simulations. In J. R. Dennis and R. J. Kansky (Eds.), *Instructional computing: An acting guide for educators*. Glenview, Illinois: Scott, Foresman.

Dowling, C. (1997). Simulations: New "worlds" for learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6(3/4), 321-338.

Garcia, J. R. (1995). Use of technology in developing problem solving/critical thinking skills. *Journal of Industrial Technology*, 11(1), 14-17.

Gelernter, D. (1991). *Mirror worlds*. New York: Oxford University Press.

Gokhale, A. A. (1997). Effectiveness of computer simulation for enhancing higher-order thinking. *Journal of Industrial Teacher Education*, 33(4), 36-46.

Grant, C., Scott, T., & McTear, M. (1997). A technology-based approach to training needs analysis. *Innovations in Education and Training International*, 34(3), 188-193.

Haneghan, J. V., Stofflett, R. T. (1995). Implementation problem solving technology into classroom: Four case studies of teachers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 3(1), 57-80.

Harel, I., & Papert, S. (Eds.), (1991). *Constructionism: Research reports and essays, 1985-1990*. Norwood, NJ: Ablex.

Heinich, R., Nolenda, M., Russell, J. D. (1989). *Instructional media and the new technologies of instruction*. New York: Macmillan Publishing Company.

Jonassen, D. (1996). Computer in classroom. *Mindtools for critical thinking*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

Kenny, R. F., Covert, J., Schilz, M. N., Vignola, M., & Andrews, B., W. (1995). Interactive multimedia instruction to develop reflective decision making among preservice teachers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 3(2/3), 169-188.

Long, T. L., & Pedersen, C. (1992, Oct.). *Critical thinking about*

葉玉珠(1999)。國立中山大學共同科學報創刊號，167-179。

literature through computer networking. Paper presented at the 9th Annual Computer Conference of the League for Innovation in the Community College, Orlando, FL.

Magnusson, S. J., & Palinscar, A. (1995). The learning environment as a site of science education reform. *Theory into Practice*, 34(1), 43-50.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York: Basic Books.

Reeves, T. C. (1986). Research and evaluation models for the study of interactive video. *Journal of Research on Computing in Education*, 13(4), 102-106.

Rheingold, H. (1991-1992). *Virtual reality*. London: Mandarin Paperbacks.

Rivers, R. H., & Vockell, E. (1987). Computer simulations to stimulate scientific problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(5), 403-415.

Robinson, B. (1995). Teaching teachers to change: The place of change theory in the technology education of teachers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 3(2/3), 107-117.

Shapiro, M., & McDonald, D. (1992). I'm not a real doctor, but I play one in virtual reality: Implications of virtual reality for judgments about reality. *Journal of Communication*, 42(4), 94-115.

Sherman, B., & Judkins, P. (1992). *Glimpses of heaven, vision of hell: Virtual reality and its implications*. London: Hodder & Stoughton.

Smith, P. L., & Ragan, T. J. (1993). *Instructional design*. New York: MacMillan Publishing Company.

Sponder, B., & Hilgenfeld, R. (1994). Cognitive guidelines for teachers developing computer-assisted instruction. *The Computer Teacher*, 22(8), 9-15.

Stemler, L. K. (1997). Educational characteristics of multimedia: A literature review. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6(3/4), 339-359.

Strang, H. R., Badt, K. S., & Kauffman, J. M. (1987), January-February). Microcomputer-based simulations for training fundamental teaching skills. *Journal of Teacher Education*, 20-26.

Strang, H. R., Landrum, M. S., & Lynch, K. A. (1989). Talking with the computer: A simulation for training basic teaching skills. *Teaching and Teacher Education*, 5(2), 143-153.

Strang, H. R., Landrum, M. S., & Ulmer, C. (1991). A

葉玉珠(1999)。國立中山大學共同科學報創刊號 , 167-179。

self-administered simulation for training basic classroom skills. *Computers in the Schools*, 8(1-3), 229-243.

Strang, H. R., Sullivan, A. K., & Yeh, Y. (1996, March). Responding to student learning styles with a Visual Basic simulation. *Technology and Teacher Education Annual*, 620-622.

Strang, H., & Yeh, Y. (1995, March). Assessing teacher ethnic and gender biases via a teaching simulation. *Technology and Teacher Education Annual*, 546-549.

Sullivan, A. K., Yeh, Y., & Strang, H. R. (1997, April). Using a computer simulation to explore teacher lesson planning. *Technology and Teacher Education Annual*, 998-1001.

Venezky, R., & Osin, L. (1991). *The intelligent design of computer-assisted instruction*. New York: Longman.

Wellington (1995). The role of technology in teacher education: A case study of hypertext in a PAGE course. *Journal of Education for Technology*, 21(1), 37-53.

Willis, J., Hovey, L., Hovey, K. G. (1987). *Computer simulation: A source book to learning in an electronic environment*. New York: Garland Publishing, Inc.

Wood, M. M., Combs, C., Swan, W. W. (1985). Computer simulations: Field testing effectiveness and efficiency for inservice and preservice teacher preparation. *Journal of Technology System*, 14(1), 61-74.

Yang, Y., & Chin, W. (1996-97). Motivational analysis on the effects of type of instructional control on learning from computer-based instruction. *Journal of Technology Systems*, 25(1), 25-35.

Yeh, Y. (1997). *Teacher training for critical-thinking instruction via a computer simulation*. Unpublished doctoral dissertation, University of Virginia, VA, US.

Yeh, Y., & Strang, H. R. (1997, April). The impact of a computer simulation on critical-thinking instruction. *Technology and Teacher Education Annual*, 994-997.

The Value of Computer Simulations in Teacher Training

Abstract

Computer simulations used in teacher education received little attention until the sixties when several training programs were developed. During the seventies the popularity of computer simulations increased in many fields of education; the simulations, however, were particularly popular in science education and teacher training in special education. Today the use of simulations is increasing at all levels of education. Many researchers have recently recommended computer simulations as an effective tool for teacher training. Currently, most simulations are applied to general instruction (students as users); only a few are applied to teacher training (teachers/preservice teachers as users). The situation in Taiwan is even worse--simulations used in teacher training are hardly seen. Teachers in the 21st century will face more challenges than ever. The approaches for teacher training, therefore, must be multi-dimensional. Taking the advantages of technologies and information seems a good alternative as well as a developing trend for teacher training. Computer simulations, which are advantageous in many ways, could provide a solution for this demand. The main purpose of this article is to manifest the necessity and value of applying computer simulations in teacher training by providing theoretical bases and empirical findings. Some principles for developing simulation programs are suggested as well.