

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

虛擬實境在材料力學輔助教學之應用(II) Application of Virtual Reality at Computer Aiding Instruction for Mechanics of Material

計畫編號：NSC 88-2516-S-009-001

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：林昌佑 國立交通大學土木工程學系

一、中文摘要

本研究主要探討虛擬實境於電腦輔助教學上的應用，依據相關理論與技術的討論，完成一間虛擬材料力學實驗室為主題，並藉此過程整理出虛擬實境學習環境的設計原則，評估其可行性及適用範圍。進一步則將虛擬實境結合全球資訊網及超文件格式的技術，提供系統相關的材料力學教學說明，並能將系統研究成果傳播於網路上，達到虛擬網路教學的理想。所構建虛擬實境系統為一虛擬材料力學實驗室，其中教學的主題包含應力應變、軸力分析、扭矩分析、彎矩分析等四部份。使用者於其中觀察到相關的互動，如桿件受力變形、斷面應力分布...等。

關鍵詞：材料力學，電腦輔助教學，虛擬實境

Abstract

The technique of virtual reality can be utilized in the application of computer aided instruction for civil engineering education such as mechanics of material. In this kind of course, students sometimes require a three dimensional view for the behavior of a loading member. Virtual reality images of some model tests for structure model tests are setup in this research, which provide an environment for student to view the experimental member

in a three-dimensional simulated graphical world. He can view the testing model, input a loading, request its behavior, make changes and feedback. Furthermore, the basic theoretical background information is provided as references.

Keywords: mechanics of material, computer aided instruction, virtual reality

二、緣由與目的

電腦科技被運用在力學分析計算上已有一段時間。如利用電腦的特性，解決大量分析計算的需求；圖形輔助顯示；運用人工智慧技巧，如專家系統等，以藉由經驗法則等解決問題。而一般市面結構分析軟體，如 ANSYS、ETABS、SAP90 等較少考慮教學輔助用途。基本上，材料力學所探討為單一桿件受力情況。因此，發展能同時配合理論推導與分析結果的輔助教學應用軟體，應是值得努力的方向。

另一方面，從圖形輔助角度來看，即使是三維空間受力物體，一般分析應用軟體所表現出仍以二維平面為主。由教學用途而言，在探討單一桿件受力行為時，有時需將各方向應力分佈表現出來，二維平面圖形顯示效果並不十分理想。為達成教學效益，應可以電腦科技設法模擬結構模型試驗，讓學生可在輔助教學系統中隨意施加外力，並以互動式使用者界面觀察變化情形。而這些如能以立體化顯示實體及

三維應力情況，應都可導致較佳之學習效果。

在現今電腦科技中，虛擬實境技術已日漸成熟，正足以達成上述目標。虛擬實境的特點為建立三維空間的立體展示及互動交談界面，能夠讓使用者產生身處電腦內部場景的印象。使用者利用立體觀看裝置、滑鼠或 VR 手套等設備，自由游走於虛擬的環境，同時以較直覺化方式地處理虛擬環境中的資訊。而虛擬實境並非特別新的科技，主要在整合如立體顯像、三維電腦圖形顯示、互動使用者界面等技巧，卻能達成驚人的學習訓練效果（圖一）。

本研究主要目的在建立一套材料力學的教學軟體，藉著結合網際網路與虛擬實境的方式，建造一間網路虛擬材料力學實驗室為目的。虛擬實境基本上在改進傳統電腦的人機界面。虛擬實境建立三維空間的展示及交談界面，能夠讓使用者利用立體觀看裝置、滑鼠或 VR 手套等設備，自由游走於虛擬的環境中，同時直覺化地處理其中的資訊。應用在材料力學教學輔助，在視覺上可提供如結構模型試驗場景，施加外力以觀察結構位移、應力變形...等等。

三、研究方法

虛擬實境簡介

虛擬實境技術的目的在於建立一個新的使用者介面，讓使用者可以置身在電腦模擬實際環境的空間中，利用電腦的技術，讓使用者產生幻覺，彷彿真的置身於特定的環境中，使用者一旦置身於此擬真的環境，便可以透過搖桿、手套、語音、或是更特殊的三度空間輸入裝置，自由的遊走於這些即時描繪的虛擬世界中，同時可以更直覺化的處理其中的資料。

虛擬實境已被廣泛應用在各領域。除了影音娛樂遊戲外，亦被使用在如飛行訓練、機械操作等教育訓練上。在工程應用上，運用虛擬實境直觀、互動的特性，已被應用在如建築設計、室內設計、景觀佈置、工廠規劃、管線工程等，甚至汽車與

航太工業的設計製造。大部分仍屬於研究開發的階段，應用的範圍雖然包羅萬象，但卻僅有少數的開發進入商品化的階段。

虛擬材力實驗室之構建

本系統是用 Superscape VRT 軟體構建出虛擬世界。就原定的材料力學教學主題中，主要是以軸力、彎矩、應力應變、以及扭轉為主，分別將這些主題放入各個房間之中，以方便學生分主題學習。（圖二，圖三）

1、虛擬人物的設計

為了讓使用者有身歷其境的感受，以及增加虛擬實境中互動的能力，因此本研究希望利用製作一個在虛擬世界之中的虛擬人物，它能夠跟隨真實世界的使用者有相對的動作與行為，讓使用者有如親自游走於虛擬世界之中。

應用虛擬實境手套為本年度研究重點，可以將它視為數個滑鼠集合體。但由於過於敏感，使得利用手套在做命令動作時，該物件總是移動、轉動過快，而靜止不動時物件也會有不自然的顫抖發生，因此為了不要有這種不自然的舉動產生，將虛擬手套部份應用在虛擬人物的轉動上。目前只利用虛擬手套中的翻轉與無名指彎曲程度作為輸入值，只要這些值大於某種數，就會驅動虛擬人物轉彎。

另外，避免當學習者進行學習時，虛擬人物的頭會影響學習者的視線，本研究將此虛擬人物設定為到達黑板時就會自動隱形，等到學習者答對題目後，便會再度出現，方便學習者進行下一個主題的學習。

2、對話窗的應用

由於本研究設計是一間房間一個主題，為了促使學習者有較高的學習興趣，除了加上多媒體聲光效果外，便是需要互動物件的配合使用。其中，最具有互動性質的莫過於對話窗了。因此計劃為每個主題做一個簡單的基礎問題對話窗，來吸引學習者的注意力也可以順便測試學習效

果，如果學習者答對，便可以進入到下一個主題房間。並且在最後一間主題房間。（圖四）

3、聲音的配置

虛擬世界裡添加聲音效果已經是必然的趨勢了，因此，本研究利用簡單的圖片表示公式與相關概念，然後配合聲音的詳細解說，相信一定可以帶給使用者一個豐富的材料力學之旅。

四、研究成果

本虛擬教室共分成八個房間，除了最後一個房間為測試房間外，每一間都有其材力主題，隨著動線方向一一介紹其內容與使用方式如下。（圖二）

當畫面一開始時，虛擬人物將會因為空間定位器的影響而產生位移，但是學習者可以經由左上的平面視窗找到虛擬人物，然後移動虛擬人物到第一道門，門就會打開，此時可以看到房間內有一個教學黑板，只要當虛擬人物接近黑板，便會自動隱形，方便學習者可以觀看教學內容——軸力主題。

1、軸力主題區

在這個主題中，我們分成了三個部分——變形分析、軸壓應力、軸拉應力。使用者可以在黑板的右邊可以看到這三個小主題，然後依照自己想要學習的主題，然後用滑鼠左鍵點取，此時黑板上的圖以及3D物件就會依照使用者選取的主題表現，像是軸壓應力時，就會出現物件被壓縮以及軸力內力大小變化圖，用來說明當物體受軸壓力時，所會呈現的物理變化。

如果點取黑板，則可以看到黑板上會有不同的教學內容出現，此時的教學內容就是利用貼圖的方式表現，如果學習者看完，還可以一直重複按黑板，黑板上的教學內容就會不斷更新，像是解說軸向變形的公式等。

最後，黑板的右邊，有一個問號方塊，如果學習者想要到下一個主題區，只要按

下方塊，就會出現問題視窗，詢問學習者關於剛剛教學的內容，如果學習者答對，則此時虛擬人物就會再度出現，而學習者便可以去開啟另一個主題教室的門了。

2、應力應變主題區

此主題區主要是解說物體在受純軸拉力時，從受力到破壞所會發生的應力應變關係情形。

3、剪力主題區

進入剪力主體區後，可以看到有一個3D物件剪力方塊在不停的旋轉，上面有物體受力時，所會產生的軸力、剪力等內力方向與表示圖，可以教導學習者當物體受力時的內力分佈情形。並且推導剪力公式，讓學生知道剪力的產生與發生。

4、中性軸與中性面主題區

解說樑受力彎曲時，中性面與中性軸之重要基本觀念，讓學習者了解。

5、彎矩主題區

此主題區主要是教導學習者彎矩的相關內容，除了推導彎矩公式外，還講解幾項觀念由彈性撓曲公式中，可以分析出幾項樑受彎曲的特性。

6、應力分佈主題區

主要是介紹當梁受到彎矩應力時，所會產生的內力分佈。

7、扭矩應力主題區

學習到關於扭矩的相關觀念，包括扭矩的定義。另外此主題區將扭矩分成四個小主題，包括圓軸扭轉、內力分佈、轉角分析、薄壁扭轉。分別介紹扭矩在不同情形發生的情形以及變形行為。

8、測試主題區

使用者到了最後一間主題房間時，裡面會有九個問號方塊，每一個問號方塊代表的是一個問題，像是問學習者廣義虎克定義的條件，或是載重、剪力、彎矩三者

間的關係等。當使用者用滑鼠去點取它時，便會有問題對話窗出現，只要使用者全部回答正確，最後一道門就會打開，即完成瀏覽材料力學虛擬教室。

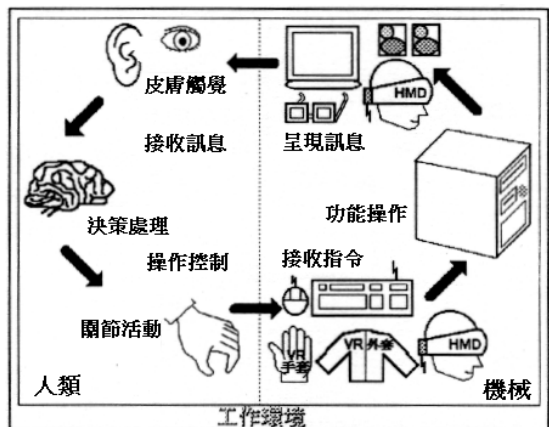
五、結論

本研究探討虛擬實境於電腦輔助教學上的應用，建立虛擬材料力學教室。

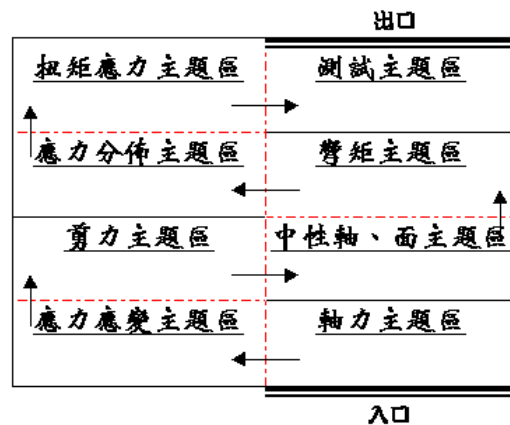
在第一年計畫曾規劃與網路系統相配合，本年度計畫則主要針對虛擬實境環境附加設備如立體視鏡與手套之配合。希冀能為後續相關研究之參考。

六、參考文獻

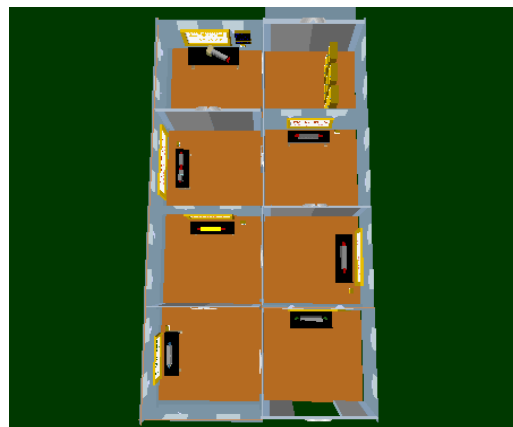
謝馥圭，“PC 虛擬實境”，儒林出版社，民國 85 年。
 姚裕勝，“虛擬實境學習環境之研究—以結構力學之學習為例”，國立交通大學碩士論文，民國 85 年。
 邱明棋，“虛擬材料力學教室”，國立交通大學碩士論文，民國 87 年。
 Bricken, M. & Byrne, C.M, “Summer School in Virtual Reality: A Pilot Study on Educational Application of Virtual Reality”, Human Interface Technology Lab(HITL) of Washington Technology Center(WTC) at University of Washington,1991.
 Winn, D., “A Conceptual Basis for Educational Application of Virtual Reality”, Human Interface Technology Lab (HITL) of Washington Technology Center (WTC), Report No TR-93-9,1993.
 VRT for Windows, “User Guide”,Superscape,1996.



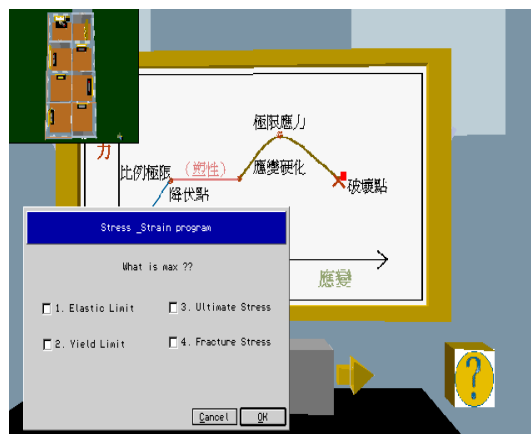
3 一 虛擬實境輔助教學系統主要架構³



3 構 虛擬教室的表現方式



3 式 虛擬教室³



3 式 虛擬教室解說範例