

國立交通大學

土木工程學系碩士班

碩士論文

應用虛擬實境技術於土木材料實驗室導覽系統
Application of Virtual Reality Technology in Civil
Engineering Materials Laboratory Guiding System

研究生：李偉恩

指導教授：林昌佑 博士

中華民國九十九年十一月

應用虛擬實境技術於土木材料實驗室導覽系統
Application of Virtual Reality Technology in Civil
Engineering Materials Laboratory Guiding System

研究生：李偉恩

Student：Wei-En Lee

指導教授：林昌佑 博士

Advisor：Dr. Chang-Yu Lin

國立交通大學

土木工程學系



Submitted to Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of

Master of Science

In

Civil Engineering

August 2010

HsinChu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年十一月

應用虛擬實境技術於土木材料實驗室導覽系統

研究生：李偉恩

指導教授：林昌佑 博士

國立交通大學 土木工程學系碩士班

摘要

在土木工程系大學的課程中，工程材料為基礎必修課程，是土木系學生所需必備的基本工程知識。所以如何能讓學生快速的了解學習材料實驗，實為教學上一重要課題。

本研究應用以虛擬實境技術來呈現材料實驗室讓學生可以先行導覽學習，以提高學習成效。

本研究是先以 3Ds Max 繪圖建立材料實驗室與所有儀器工具，再將所有模型匯入 Virtools，設定操作流程建立教學系統。包括實驗室搜索系統讓學生先行了解實驗室配置與器材解說；以及實驗評量系統在評量學生對實驗室主要儀器認知，讓學生可以先行有進一步的虛擬互動，以提高學生學習興趣與效率。

關鍵字：虛擬互動、Virtools、3Ds Max。

Application of Virtual Reality Technology in Civil Engineering Materials Laboratory Guiding System

Student: Wei-En Lee

Adviser: Dr. Chang-You Lin

Institute of Civil Engineering
National Chiao Tung University



Abstract

For education of Department of civil engineering at the university, the courses of engineering materials as well as material experiments are essential required courses. Students can have basic engineering knowledge from the learning of these courses. It is important to utilize the advanced techniques of today's computer and information technology to assist the students to learn based courses.

A web learning materials is set up based on the technique of virtual reality to guide the student having preliminary understanding of material lab.

This study utilize 3Ds Max to build the model of a civil material laboratory and experimental devices. Import the model into Virtools; and arranging the operation processes to build the interactive effects of the system. A laboratory exploration system is included for students to gain knowledge of the configurations of the lab and basic equipments. An evaluation system is also included to evaluate students about the main instruments of the material lab.

Through this system set up of this study, students gain knowledge from the virtual interaction, which improves learning efficiency of the students.

Keyword : Virtual Reality 、 Virtools 、 3Ds Max.

誌謝

在交大兩年來的求學與研究過程中，首先要感謝我的恩師林昌佑博士，對於我研究上細心的指導，並耐心的給予指引與建議，使得我的論文能夠順利的完成。

論文口試期間，感謝口試委員洪士林教授與趙文成教授的細心指正與提供寶貴的建議，使本論文更臻完善，在此表達最由衷的謝意。

論文研究及撰寫期間，感謝博士班學長奕銘對本論文的諸多幫助與研究方法的指導，感謝馬臉、大潘、小潘、阿祥、冠寰、杜奇給予的扶持與鼓勵，讓我在研究所的日子更增添色彩。

最後要感謝我的父母和家人，讓我有繼續受高等教育的機會，及在求學期間給我的付出及關懷，讓我在求學的路上更添助力，並更專心致力於課業與研究。最後謹將本論文獻給身邊的所有人，願大家能與我共享這份喜悅。

李偉恩 謹誌於交通大學

2010 十一月

目 錄

	頁次
中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目 錄.....	iv
圖目錄.....	vi
第一章 緒論	1
1.1 研究動機與目的.....	1
1.2 研究方法與內容.....	2
第二章 研究背景與文獻探討	3
2.1 虛擬實境介紹.....	3
2.1.1 虛擬實境特點.....	4
2.1.2 虛擬實境的應用.....	4
2.2 虛擬實境於土木工程上實例應用.....	6
2.2.1 輔助教學應用.....	6
2.2.2 Virtools工程開發應用.....	8
2.2.3 虛擬實境為土木工程所帶來的優勢.....	9
2.3 Virtools簡介.....	11
2.3.1 Virtools的基礎功能介紹.....	11
2.3.2 Virtools的基本操作介紹.....	13
2.3.3 簡易範例示範.....	13
第三章 系統架構	15
3.1 主要架構.....	15
3.2 實驗室探索系統.....	15

3.2.1 邏輯模組距離判斷.....	17
3.2.2 實驗儀器與實驗工具設定群組搜尋.....	18
3.2.3 操作說明顯示設定.....	18
3.2.4 物件說明顯示設定.....	18
3.2.5 搜索裝置顯示物件依距離排列與產生導引路線規劃.....	19
3.2.6 螢幕視角與跟隨導引路線移動設定.....	20
3.2.7 確定物件後啟動按鈕設定.....	21
3.2.8 換頁功能與頁數顯示設定.....	21
3.2.9 操作分數顯示設定.....	22
3.3 實驗評量系統建構.....	22
3.3.1 語音提示與按鈕功能說明.....	23
3.3.2 螢幕視角自動導引設定.....	23
3.3.3 輸入代號答案比對設定.....	24
3.3.4 評量分數設定.....	24
第四章 實例展示.....	25
4.1 實驗室探索.....	25
4.2 實驗室導覽搜尋裝置操作設定.....	26
4.3 實驗操作評量.....	28
第五章 結論與建議.....	29
5.1 結論.....	29
5.2 建議.....	29
參考文獻.....	31

圖目錄

	頁次
圖 2.1 手部連續被動運動復建系統.....	33
圖 2.2 Virtools 操作環境.....	33
圖 2.3 Virtools 基礎操作環境介紹.....	34
圖 2.4 3D 物件移動按鈕設定.....	34
圖 2.5 物件移動功能.....	35
圖 2.6 物件旋轉功能.....	35
圖 2.7 攝影機縮放按鈕功能.....	36
圖 2.8 攝影機環繞按鈕功能.....	36
圖 2.9 2D Frame 與說明配置功能.....	37
圖 3.1 搜尋系統介面配置.....	37
圖 3.2 裝置介面配置.....	38
圖 3.3 搜尋目標依距離近遠排列.....	38
圖 3.4 介面第四區塊配置.....	39
圖 3.5 介面第五區塊配置與分數顯示.....	39
圖 3.6 邏輯模組距離判斷.....	40
圖 3.7 實驗儀器與實驗工具按鈕配置.....	40
圖 3.8 實驗儀器與實驗工具按鈕設定.....	40
圖 3.9 操作說明文字.....	41
圖 3.10 操作說明文字設定.....	41
圖 3.11 物件說明配置.....	42
圖 3.12 物件說明顯示設定.....	42
圖 3.13 搜尋目標近遠排列.....	43

圖 3.14 搜尋目標排列設定.....	43
圖 3.15 提示導引路線.....	44
圖 3.16 提示導引路線設定.....	44
圖 3.17 搜尋裝置 Look At 設定.....	45
圖 3.18 跟隨曲線移動到指定物件設定.....	45
圖 3.19 啟動按鈕.....	45
圖 3.20 啟動按鈕設定.....	46
圖 3.21 換頁功能與頁數顯示設定.....	46
圖 3.22 換頁功能與頁數顯示設定.....	47
圖 3.23 操作分數顯示.....	47
圖 3.24 操作分數顯示設定.....	48
圖 3.25 評量介面配置.....	48
圖 3.26 Move To 設定.....	49
圖 3.27 器材代號表.....	49
圖 3.28 Test 設定.....	50
圖 3.29 評量分數設定.....	50
圖 3.30 評量分數 Op 設定.....	51
圖 4.1 土木工程材料實驗教學網站.....	51
圖 4.2 材料實驗室外觀.....	52
圖 4.3 按 W 鍵前進至土木材料實驗室門口.....	52
圖 4.4 自動門開啟進入土木材料實驗室.....	53
圖 4.5 維卡針儀與烘箱相對位置.....	53
圖 4.6 觀看維卡針儀.....	54
圖 4.7 維卡針儀右方.....	54
圖 4.8 點擊上方土木材料實驗室大標.....	55



圖 4.9	材料實驗或實驗室探索按鈕.....	55
圖 4.10	搜尋提示文字.....	56
圖 4.11	實驗儀器搜尋顯示.....	56
圖 4.12	點選抗壓試驗儀.....	57
圖 4.13	移動至抗壓試驗儀.....	57
圖 4.14	控制觀看角度為抗壓試驗儀右方.....	58
圖 4.15	實驗工具搜尋顯示.....	58
圖 4.16	點選圓錐模.....	59
圖 4.17	移動至圓錐模.....	59
圖 4.18	觀看角度為圓錐模右方.....	60
圖 4.19	水泥部份實驗.....	60
圖 4.20	水泥細度實驗所需儀器.....	61
圖 4.21	移動至小電子秤.....	61
圖 4.22	觀看角度為小電子秤右方.....	62
圖 4.23	點選左上方評量按鈕.....	62
圖 4.24	評量測驗開始.....	63
圖 4.25	輸入正確器材代號.....	63
圖 4.26	輸入錯誤器材代號.....	64
圖 4.27	測驗結束提示文字.....	64
圖 4.28	最終評量分數顯示.....	65



第一章 緒論

在 E 化的現在，電腦已與我們生活密不可分，且使用電腦可以突破時間與空間的限制，作到在教學上輔助的效果。在教學上，電腦可以作虛擬互動的效果，可以使學生增加學習興趣與效率，應用在實驗操作上，可以在未進入實驗室前，先行了解各個實驗步驟的重點、規範、與實驗器材的操作和位置。可以避免學生在初次操作產生不必要錯誤或危險，且可重覆操作進而對實驗有更一層的了解及判斷數據的合理性，在教學上實可以達到必要的效果。

1.1 研究動機與目的

工材實驗課程為每位土木工程系於大學必修的課程，在課程中學生藉由實作可以學習了解到各個材料實驗的原理、材料性質，可以複習實作於工程材料課堂所學習到的知識，但在材料實驗室必竟時間有限、經驗不足、實驗步驟操作繁瑣，及一些操作大型儀器所產生的潛在性危險，所以如能使用電腦藉由 3D 虛擬實境的方式來與學生互動，在實作實驗課程，先行操作了解各個實驗步驟及重點，如此在實作時，應能更有效率且能正確的完成各個材料實驗。

本研究即以 3D 虛擬實境的方式呈現本學校土木材料實驗室，

使用 Virtools 軟體設計開發出一系統協助學生在進入實驗室前先於電腦上操作並了解實驗室架構與配置，使其達到輔助教學的效果。

1.2 研究方法與內容

本研究著重於作為工程材料實驗課程輔助教學的工具，首先將交通大學土木材料實驗室與各個實驗儀器與工具以 3D 虛擬實境的方式建立模型並匯入 Virtools 呈現。

本研究之章節配置與架構，第一章為緒論，主要說明為研究動機與目的，並說明研究方法與內容，第二章為研究背景與文獻探討，說明土木材料實驗在土木工程學習上的重要性，參考國內外書本、網站與論文，以及介紹相關程式設定技術。第三章為系統架構，說明本系統設定及架構，論述系統功能設定概念及設計程式流程。第四章為實例展示，本研究使用 Virtools 設定虛擬實驗室場景並針對使用者設定虛擬互動部份，並詳述所設定功能之原理與構想。第五章為結論與建議，說明本研究完成的功能與檢討，及建議未來可以繼續研究的方向。

第二章 研究背景與文獻探討

在資訊化的現代，因電腦效能快速進步及 3D 繪圖虛擬實境功能發展快速，已有相當多的研究藉由虛擬實境的方式架構虛擬實驗室並設計使用者虛擬互動模式來輔助教學。

本研究即以虛擬實境的方式設置土木材料實驗室，並以實驗步驟導覽教導學生一步步的來完成各個土木材料實驗，並設計實驗室探索讓學生可以清楚了解各個實驗的配置及器材，並輔以器材互動與語音說明導覽讓學生更有身歷其境的感受，使其增加學習興趣，在學習上，電腦可以不受時間與空間的限制，且可以多次的複習以求在未進入實驗室前熟悉各種實驗所需了解的原理，操作方法，也可以避免因為失誤所帶來的材料、時間損失與操作上的危險。本章節將針對虛擬實境、虛擬互動教學來說明，並整理進行分析討論。

2.1 虛擬實境介紹

為電腦利用繪圖或影像合成技術並結合聲音處理並加上貼圖材質、視訊音效模擬，再以軟體設定虛擬互動效果所模擬建構出的虛擬世界，可以在虛擬實境的系統環境中，利用頭戴式顯示器，手握 3D 滑鼠或感應手套等互動式控制工具，讓使用者於虛擬環境中游覽，並且操作或控制物件，而系統將根據使用者的行為，由

互動式控制工具接收訊息並由程式作運算處理，以更新顯示畫面或反應使用者的行為。所以虛擬實境可以讓使用者完全的進入系統環境，且有身歷其境之感。

2.1.1 虛擬實境特點

一、高度的想像力

虛擬實境就是透過設計者的想像力，將實體物件 3D 繪圖結合架構成一虛擬世界，並由設計者藉由過去的經驗設計出使用者所需要的功能介面與互動學習來操作此一虛擬世界。

二、互動式教學

設計者可以透過軟體架構一連串的互動工具或步驟並規劃可以讓使用者實際操作，或設定輔助學習功能來導引使用者跟著建議的步驟達到其互動式教學效果。

三、高度的熟悉度

虛擬實境的世界基本就是設計者以電腦架構而出，而電腦的操作介面對現在的使用者又是最熟悉不過了，所以對使用者來說，即使初次接觸不熟悉介面功能，也可以透過設計者想像設置輔助功能來讓使用者快速的了解熟悉此虛擬世界的架構及操作。

2.1.2 虛擬實境的應用

一、影音娛樂

在電玩遊戲或電影上，虛擬實境可以提供使用者更好的視覺與聲光效果，即使其索費會較傳統的為高，但仍然為大部份的使用者接受。

二、教育與訓練

對於某些特殊情況，除了使用儀器材料成本高昂，其因使用者不熟悉所產生的風險需加入人命的考量，如飛機飛行模擬，其提供真實的飛行感受及操作模式，即便是未熟悉的操作者也不會發生危及生命的意外，由飛機模擬的成功，現在汽車設計也有使用虛擬實境的應用，就可以減少材料成本的耗損及減少時間上的浪費，並可以讓設計者在虛擬實境體驗汽車設計完成後的 3D 感覺及內裝細膩度。



三、醫學與化學

在手術的訓練下，以可藉由虛擬教學，使其達到操作上的練習，而不需擔心有出人命的危險。

現今已有開發出一虛擬實境手部連續被動運動復健系統，利用頭盔顯示器和手握柄旋轉機構整合，透過旋轉速度之感測進而驅動虛擬影像畫面(圖 2.1)[15]。

四、軍事

可以用來進行各種軍事的演練，以降低可能產生的風險或購

買所花費的龐大經費。

軍事上建造了聯網的戰場模擬，可將虛擬實境中所配置的各式飛機與坦克模擬器連接成一完整之虛擬戰場。NASA 還將虛擬太空船與虛擬飛行器模擬用作標準的應用程序，去操作各式自動化操作設備之仿真程序，以進行外太空星際探索。

五、汽車設計

利用虛擬實境模擬輔助新設備的開發，可以有效提高設計者產品之精確度，對於人命財產安全影響的設備，更可以有更完善的防護與安全措施，在美國最著名的三大汽車集團，克萊斯勒、GM 與福特近年來更大量的以虛擬實境技術來設計輔助新車的開發，並藉此降低風險與成本，並可以提高產品之競爭力。

2.2 虛擬實境於土木工程上實例應用

在現今網路化的時代，因電腦輔助模擬功能的進步促使其與各個領域工程有著密切的結合，電腦已經改變了人們生活的習慣，在各個工作領域上電腦將是主要的輔助工具，運用電腦來模擬將可減少許多成本與時間的浪費，這也將是未來的趨勢。近年來土木工程上於虛擬實境的技術也有相當多的研究，以下介紹之。

2.2.1 輔助教學之應用

一個完整的教學內容應要有下列幾項：告知學習目標、加強

學前的回憶，清楚的學習目標、增加學習效率、提供學習步驟導引、學習成果、及強化學習。利用虛擬實境來創造一互動環境可以有別於傳統的教學方式，讓學生增加學習興趣與效率以達到其輔助教學之目的。

交通大學土木系陳奕銘[4]製作一虛擬互動的教學環境，依照材料力學的理論與技術，引導學生學習材料力學。在教學中有包括應力應變、軸力分析、扭矩分析、彎曲分析等，設計與使用者互動式對話窗之材力複選題，並以語音的說明來達成教學上的成效。使學生可以有著高度的參與性，達到其教學的目的。

交通大學土木系邱明祺[3]以虛擬實境達成其輔助教學之應用，藉由虛擬實境結合網路及超文件格式技術，使其提供材料力學教學說明並能傳播於網路上，達成遠距教學的理想。

交通大學土木系潘玠怡[5]以交通大學土木材料實驗室為實境利用 3Ds Max 軟體技術繪圖架構出 3D 之虛擬互動實驗室與儀器工具，並將其匯入 Virtools 並以工程材料實驗中篩分析實驗設定出可以與學生虛擬互動的教學引導課程，讓學生有身歷其境之感並以此增加學習成效。

交通大學土木系潘天恩[6]以 3Ds Max 繪圖架構出交通大學土木材料實驗室，並從工程實驗中混凝土抗壓試驗以 Virtools 設定

一虛擬互動教學操作影片來代替生硬的實驗操作教學，使學生能從虛擬實驗室更有效率的學習材料實驗。

台灣科技大學營建工程系許嘉宏[7]以虛擬實境技術建構一虛擬工地場景，用 3Ds Max 為建置工具，運用擬真化的場景模擬不同橋樑工法施與機具的運作與安排，提高使用者的學習效果並增加學習意願。

交通大學土木系李忠錦[8]設計一 3D 介面，將實驗資訊以 3D 技術呈現，並設定器材互動使得實驗可以在虛擬環境中呈現。並以動態方式建構已完成震動台實驗，讓使用者有如親身體驗實驗，並理解實驗數據。

2.2.2 Virtools 工程開發應用 896

在設計模擬開發上，工程導入虛擬實境技術將可有別於傳統工程開發設計，在未知的開發過程中，如能先藉由虛擬互動模擬，將所產生的模擬數據先行反應在所要建構的製程上，可以有效率的提供工程中事前模擬與分析之資訊結構。

運用 Virtools 的虛擬實境功能也可以結合網路線上學習、模擬開發等課程，讓使用者可以更有效率且經濟的學習，在實作時避免操作意外的發生。

Virtools 可能將許多不同的檔案格式(VRML, OPENFLIGHT...

等)，及不同軟體的 CAD 格式(Catia，Pro Engineer，AutoCad... 等)轉換成 Virtools 的格式，讓從不同軟體所建構的物件可於 Virtools 中設計成更多元化的互動運用，開發成 3D 虛擬互動內容，可應用於工程設計流程模擬之處，甚至可以輸出成網頁檔讓使用者於網站上數位學習體驗，讓工程設計與 3D 和 VR 作完美的結合。

在現今的工程設計生產領域中，拜於電腦的普及及效能的強大，且網路連線速度的進步，運用電腦運算整合製造技術相關研究已有相當之發展，這些研究於工程製造程序與生產管理間，利用電腦演算法處理工程間產生的資料與特定功能，再輔以搭配式呈現與組合，讓工程技術之掌握與生產流程之落實有了實質的連貫。而 Virtools 軟體具備了高效能處理之動畫引擎，強大資料庫運算與擴建，且可以由設計者自己開發模組介面，提供了設計者可於工程中自行規劃與模擬並完美結合。使用完善的工具將能有效減少大量工程開發所需的時間與降低風險，有效的使工程可以順利進行並節省相當的成本。

2.2.3 虛擬實境為土木工程所帶來的優勢

在如今全球化市場競爭的壓力下，每家公司企業都在尋求可以更減少產品設計成本或時間的方法。現在的方法可以為使用電

腦先建立一虛擬物件來取代工程原型，工程原型由開發過程產生的技術資料所完成。原則上由電腦來模擬設計的話不需要建造成本，且可以隨時變更為最新設計，而且過程中的所有資料皆可以記錄回溯。運用現在電腦的高效率運算能力，已經可以達到工程上所需使用的力學計算與分析。但如果沒有設定與物件虛擬互動而獲得精確數據與了解，在設計後續要達成足夠的可信度是很困難的。

完整的虛擬實境系統可以即時的與所有器材進行互動，還可以在虛擬環境體驗 3D 立體感受。適合物件外觀檢核、虛擬互動體驗流程、立體投影展示、維修工程驗證、工程環境擬真、操作模擬訓練…等的模擬應用。

虛擬實境技術在現在已普遍運用在工程設計上，現在使用者都以電腦為主要設計生產工具，其中以虛擬實境工程施工空間模擬為主要評估參考。

例如在施工前可以先行設計模擬來提早發現問題並予以修正，減少錯誤以節省施工成本及時間，而在設計的階段，虛擬實境的技術也可以讓各個不同領域密切的溝通，讓所設計的各符合所要求，運用實境模擬也可以讓使用者、設計者或施工方自行從任何角度觀看成本，發現錯誤也可即時修改。

運用實境模擬可以有列優點

1. 初步審視設計需求：在建構實物前，由虛擬實境的方式先行審視設計外觀、需求、顏色呈現及空間配置，如有需要即可修改成更適切配置。
2. 檢查構件組合關係：可先行透過模擬進入構件觀察其密合性或碰撞關係，或了解其配置關係。
3. 檢查力學可行性：可透過相關軟體模擬其力學性質並檢查是否符合設計規範。
4. 展現物件特性：在設計上，可以先行模擬繪圖出材料表面性質或物件反射光源特性，進而先行給客戶了解成品狀態。
5. 減少錯誤配置及成本、時間消耗：在設計可減少錯誤配置所造成的成本耗損和重建之時間消耗。

2.3 Virtools 簡介

Virtools 為一套設定相當直覺化的工具，使用上設定一些模組，就可以產生所需要的功能。使用上大幅的縮短開發時程，是相當經濟的一套開發工具。

2.3.1 Virtools 的基礎功能介紹

以下介紹 Virtools 的操作環境

1. 下拉式選單：此為一典型的機能選單，包括檔案、資源、編輯、

控制選項、幫助

2. 3D Layout(3D 場景顯示功能選單)：預設位置在左上角，所需要使用的物件都在此編輯器中修改、整合，執行時也是在此編輯器中顯示，此處設置了許多設計遊戲所需用到的功能，讓使用者可以更便利的操作遊戲觀看介面。

3. Building Blocks(模組方塊)：Building Blocks 是 Virtools 用來設定控制物件行為的關鍵，此設置了許多不同的模組功能，能夠用來設定建立場景或控制物件行為，以流程組合連接成一套完整的程式，或者以各模組方塊組合成一新模組，新模組可重覆使用。

4. Virtools Resources(Virtools 資源選單)：Virtools Resources 裡有著許多內建的資源，裡面預設的分類有 2dsprite、character、entities、sounds、sprite3d、textures，分門別類的供使用者去尋找利用，也可以自己更新，或設定一新的資源選單讓使用者管理眾多的物件。

5. Level Manager(階級管理選單)：Level Manager 是讓使用者管理所有創造或匯入的檔案物件。在這裡提供了讓使用者可以操作物件及建立功能腳本的按鈕，讓使用者可以更有效率的管理所有物件。

6. Schematic(腳本設定)：Schematic 主要用來設定各物件的動作行為，以 Building Blocks 裡所有的模組設定，來組合出一腳本並對物件下達指令

7. 訊息列：訊息列為顯示目前 Virtools 執行的狀態。例如當匯入或執行時產生錯誤時，即會在訊息提示產生即時的提示(圖 2.2)。

2.3.2 Virtools 基本操作介紹

3D Layout 工具列基本操作介紹

選取與調整工具：包含選取、選取鎖定、選取模式

移動、旋轉、縮放。

場景格線：顯示/關閉 2D 格線、顯示/關閉 3D 格線。

物件建立工具：建立攝影機、燈光、3D 物件

曲線、遮罩、3D 物件

材質、紋理、空間入口

影片。

攝影機場景瀏覽工具：攝影機遠近、廣角、縮放

平移、環繞(圖 2.3)。

2.3.3 簡易範例示範

此以一範例介紹上面所述功能，於介面上新增一 3D 比重瓶物件，於 Building Blocks 拖拉 Switch On Key 模組與 Translate

模組連接設定其移動鍵盤按鍵控制，Switch On Key 模組設定為鍵盤 WSAD 分別對應各個方向移動 Translate 模組，Translate 模組設定為前後左右四個軸向之位移(圖 2.4)。

以選取與調整工具裡選取按鈕點擊比重瓶，選取時物件四周出現物件本身之座標軸，接著以移動按鈕移動所選取物件，選取時下方出現 X、Y、Z 選項，以滑鼠左鍵即可拖移往單一軸向移動，也可將物件鎖定為 X+Y、Y+Z、Z+X 平面(圖 2.5)，旋轉按鈕為調整物件旋轉軸向，可以控制 X、Y 或 Z 軸，按鈕也可以控制 X+Y、Y+Z、Z+X 平面之角度，如圖 2.6 將 3D 物件旋轉為側向。

攝影機場景瀏覽工具為將螢幕所拍攝之畫面作調整之工具，遠近按鈕為將螢幕畫面作拉近或拉遠的功能，廣角按鈕可以調整視野的寬廣角度，縮放按鈕提供視野放大及縮小，圖 2.7 將攝影機視野放大至 3D 物件前方。

平移功能等於將攝影機於 XY 平面上移動，在平移過程中，可以使用 Shift 鍵讓動作更為平滑，環繞主要讓使用者調整欲觀看之角度，環繞主要有二種模式，一個是以選取物件為中心作環繞，另一個為以自身為中心環繞，圖 2.8 將觀看角度調整為繞 3D 物件中心上方。在介面中並配置一 2D Frame 框，設定為操作說明提示，模組 Text 輸入為以鍵盤 WSAD 控制物件移動軸向(圖 2.9)。

第三章 系統建構

3.1 主要架構

本研究以交通大學土木材料實驗室為藍圖建立一 3D 虛擬實境實驗室，其為一輔助教學工具，在系統建立時找過土木系學生實地操作並提供建議更新系統介面功能，設計時以 Virtools 軟體配置虛擬互動設定，主要架構包括了實驗室探索及實驗評量系統，學生可以由實驗室探索先行了解土木材料實驗室的配置與器材說明，並由此增加學習興趣與效率。實驗評量系統則在評量學生對實驗室主要儀器認知，在操作上是以前進以及滑鼠為操作工具，使用者可以進入虛擬實境實驗室了解各儀器工具介紹。

3.2 實驗室探索系統

設計上初始畫面配置於土木材料實驗室外，並設置了透明玻璃自動門，使用者操作設定上是以前進)A(左轉)S(後退)D(右轉)操作移動軸向以及滑鼠左鍵控制觀看視角，當使用者操作靠近自動門時，即會開啟自動門並啟動實驗室探索系統，介面設定上分為四個區塊，第一個區塊為物件名稱，於此顯示觀看之器材名稱，第二區塊為系統操作說明，顯示為：鍵盤 WASD 控制移動軸向，滑鼠左鍵控制視角，第三區塊為物件說明，在使用者視角靠近欲觀看物件時，此會顯示器材規格及功能解說，讓使用

者更進一步了解且加深印象，第四區塊為用途(圖 3.1)，於此顯示器材所需使用之實驗，使用者可於虛擬實驗室自由操作移動瀏覽各個物件，在使用者視角靠近器材時，在介面上會顯示此器材名稱、說明及用途，當操作瀏覽完虛擬實驗室後，使用者可由語音提示點選螢幕上方國立交通大學土木材料實驗室按鈕，再藉由點選實驗室探索按鈕即可開啟實驗室導覽搜尋裝置，於此搜尋配置為整間土木材料實驗室所有實驗儀器與實驗工具。

系統配置上，是以大學課程工材實驗中所有的十一種實驗，稍加粗分為三種類型(水泥實驗、粒料實驗與混凝土實驗)，使用者也可以從中選擇想要操作的實驗，點選各個土木材料實驗開啟個別實驗搜尋裝置。

實驗室導覽搜尋裝置系統介面設定為五個區塊，第一區塊為實驗儀器與實驗工具搜尋按鈕，在設定上將各個土木材料實驗所需用之大型儀器與工具分開群組搜尋，讓使用上更有效率，第二區塊為操作說明提示框，顯示本搜尋裝置之操作說明：以鍵盤↑↓←→控制觀看角度，第三區塊為器材說明提示框，在使用者點選所需搜尋器材時，此會顯示器材規格及功能解說，讓使用者更進一步了解且加深印象(圖 3.2)。

第四區塊為搜尋器材顯示框，當使用者點選第一區塊按鈕

後，即會顯示出系統所搜尋之器材並依器材距離近遠排列(圖 3.3)，在點選所欲搜尋器材後，畫面即會產生黃色提示規劃路徑導引使用者了解器材位置並於器材名稱右方會出現 Go 按鈕，讓使用者二次點選按鈕後才啟動前往搜尋器材處，此時可由鍵盤 ↑ ↓ ← → 控制觀看角度(圖 3.4)，第五區塊為頁數顯示與切換頁數框，配置總頁數與目前頁數顯示，下層為頁數切換，以上一頁與下一頁按鈕切換頁數，畫面左上方並配置分數顯示(圖 3.5)，讓使用者有一完整學習流程。

在使用者進入土木材料實驗室後，可先藉由實驗室總覽來了解整間實驗室架構與各器材擺放位置。也可以裝置搜尋實驗室裡儀器與工具的配置，當點選所欲搜尋物件時會有提示路徑導引使用者了解器材所在位置，接著可以點選啟動按鈕，螢幕視角即會移至器材前，使用者即可清楚了解器材規格與位置及藉由鍵盤 ↑ ↓ ← → 控制觀看角度。

3.2.1 邏輯模組距離判斷

在系統設定上，是以使用者視角移動至目標器材處，介面即會顯示器材名稱、說明與用途，設定需以 Get Nearest In Group 模組抓取群組內器材座標位置，再加入一邏輯模組 Test 判斷物件與使用者視角之距離，並連接文字說明顯示於介面上(圖 3.6)。

3.2.2 實驗儀器與實驗工具設定群組搜尋

在實驗室器材搜尋設定上，將所有器材分類為儀器與工具二種，故在搜尋介面設定第一區塊為實驗儀器與實驗工具二個搜尋按鈕(圖 3.7)，在介面上的實驗儀器與實驗工具按鈕設定成 2D Frame，使之偵測到滑鼠左鍵點選後，即以群組搜尋出所需儀器與工具，並使其可以顯示在介面第四區塊處。在執行時搜尋出所需群組後，要先把原有搜尋資料清空再顯示所指定的群組到螢幕上，所以加入 Restore IC(恢復初始狀態)功能，如此才會只顯示當前所需資料(圖 3.8)。

3.2.3 操作說明顯示設定

在操作介面裝置上，為了讓使用者了解裝置功能配置，設計了操作說明於實驗儀器與實驗工具的下方(圖 3.9)，並以紅色的文字顯示以求清楚明白，設計上加入 Text Display 設定(圖 3.10)。

3.2.4 物件說明顯示設定

在點選實驗儀器或實驗工具後，決定欲搜索物件時，為了讓使用者可以更進一步的了解各器材的功能與規格介紹，配置了物件說明顯示於介面第三區塊(圖 3.11)，設定上是以群組陣列搜尋的方式，先抓出裝置搜尋選單裡使用者所點選的物件，在由群組裡尋找符合的物件來對應，並顯示於介面上，設定上以 Get Cell

下方的 Cell Value 處抓出所點選的物件，在連接至 Iterator IF，將所抓取的物件與陣列中資料比對，搜尋相等符合條件之字串再以 Text Display 顯示於螢幕上，在每次點選各個物件後要再加入初始的設定，讓使用者點選不同物件時畫面可以顯示各個器材的說明(圖 3.12)。

3.2.5 搜索裝置顯示物件依距離排列與產生導引路線規劃

著眼之後擴充的方便性，及器材放置上相同性質工具在實驗室會擺置固定區域，為了搜尋功能上的方便性，避免使用者因為器材眾多而導致搜尋系統顯得很雜亂，所以在功能的顯示上設定能依距離遠近為參考對象，使之由近至遠的排列並顯示出導引路線讓使用者了解器材所在位置(圖 3.13)。加入 Sort Row 與 Group Iterator，Sort Row 的 Target 設定為搜尋陣列，如此 Sort Rows 在執行時就會讀取搜尋陣列中的距離，並由距離近遠重新排列(圖 3.14)。

在搜尋設定上，避免使用者誤點搜尋目標而裝置即啟動移至器材處，故當使用者點選物件後，螢幕即產生提示導引路線提示使用者器材位置(圖 3.15)，加入 Grid Path Solver 設定 Goal Position Ref 連接至 Get Cell 參數輸出端，將 Grid Path Solver 的 Path Type 設為 Curve，接著使 Cell Value 連至 Grid Path

Solver，如此 curve 即可產生曲線，並將 curve 顯示於螢幕上，加入 Render Curve 連接 Grid Path Solver，Grid Path Solver 的 curve 連至 Render Curve 的 Target 輸入，設定完後即可繪製出搜尋的導引路線(圖 3.16)。

3.2.6 螢幕視角與跟隨導引路線移動設定

在搜索裝置中設定了一 Camera 來搜索觀看器材，Camera 即是使用者觀看之螢幕視角，設定時以一 Control Character 來控制移動位置與觀看角度，控制移動設定為 W(前進)A(左轉)S(後退)D(右轉)再以一 Camera 於 Control Character 上方跟隨，但 Camera 設置時是固定看著某一角度，故設定中 Control Character 所移動到的器材與 Camera 都要加入 Look at 模組且設定迴圈重覆運算(圖 3.17)，如此使用者觀看角度才不會因器材所在座標值的不同而使位置跑掉，觀看視角即會正面面向著所搜索器材。

當曲線出現在螢幕上後，設定使用者視角可以隨著導引路線移動到指定的物件前面，使用者可以清楚了解器材規格與位置，在設定上因應物件有距離遠近之分，需設置公式來把速率固定，使用 Op 參數運算器，設置距離轉成時間的計算。將 Op 連接至 Grid Path Solver 輸出距離，Op 參數輸出連給 Linear Progression 的時間參數。再將參數運算 Op 放置在 Render Curve 與 Linear

Progression 中並連接(圖 3.18)。如此一來攝影機移動到物件時，移動時速率都是固定的。

3.2.7 確定物件後啟動按鈕設定

搜尋出所需實驗儀器與工具後，顯示時以距離遠近來排列也會把相似性質的物件放在一起，避免使用者因點擊太快，誤按了距離靠近或性質相近的物件，在沒辦法取消的情形下，使用者視角就移動到不想要的物件上。為了解決此種情況，所以設定了二次確認按鈕，增加啟動按鈕為確定條件，當使用者再度點擊啟動按鈕後，螢幕視角跟隨導引路線移動功能才會執行，只點選搜尋物件按鈕時，搜尋裝置只會創造曲線路徑導引及顯示啟動按鈕(圖 3.19)。

設定加入 Wait Message 於 Render Curve 與 Op 參數運數器之間並連接之如此當點選了按鈕後才會啟動曲線移動功能，接著再加入 Show 於 Render Curve 與 Wait Message 之間並連接之(圖 3.20)，如此在點選所需物件後，啟動按鈕才會顯示。使用者需再次點選啟動按鈕，移動功能才會作動。

3.2.8 換頁功能與頁數顯示設定

為了畫面整齊與可讀性，所以介面搜尋物件設置上不宜放的太密集，在介面上設計只顯示十個搜尋物件，當搜尋結果超過十

個物件後，於搜尋裝置介面第五區塊即設計了換頁功能按鈕與頁數顯示設定，頁數顯示配置了總頁數與目前頁數設定(圖 3.21)，使用 Add Parameter Operation 創造一參數運算器，把參數運算器 Addition 下方輸出連至 Text Display 參數輸入上，設定完成後即可把 Old Page 經由參數運算器轉成頁數顯示，進而顯示在螢幕上(圖 3.22)。

3.2.9 操作分數顯示設定

在使用者操作上，為了讓裝置更有學習互動的效果，在畫面的左上角加入了目前分數顯示的欄位(圖 3.23)，在設定上以使用者操作的時間作為依據，依時間的多寡來決定分數的顯示，設定上先加入 Timer，將使用的時間參數轉換為 float，加入一 Op 參數運算器並與 Timer 連接，再加入一 Op 參數運算器將 float 化為 integer，為讓目前分數字串與分數一起顯示，加入一 Op 參數運算器，使用 Text Display 來顯示目前分數字串與分數 (圖 3.24)。

3.3 實驗評量系統建構

提供使用者操作過實驗室搜索系統後並實際的了解各個器材的規格與說明後，評量學生有否實際的學習效果。

實驗評量系統啟動方式為藉由語音提示點擊上方國立交通大學土木材料實驗室按鈕，再點選實驗室探索按鈕此時螢幕畫面左

上角出現評量按鈕，按下評量按鈕即開始評量測驗，螢幕畫面配置中間為分數顯示，分數下方為正確解答顯示，螢幕右下方為物件代號表，左下方為輸入答案區(圖 3.25)，系統設定是以自動攝影機移動至題目器材處，由右方物件代號表選擇正確物件代號輸入並按下鍵盤 ENTER，評量測驗即會自動移至下一題目。當使用者輸入正確代號，分數即會增加並移往下一題器材處，當使用者輸入錯誤代號時，分數不會增加，畫面以紅色閃爍設定且於分數下方出現正確答案顯示，當使用者完成全部測驗後，畫面即會暫停出現測驗結束提示文字並顯示評量分數於螢幕上。

3.3.1 語音提示與按鍵功能說明

在初次接觸本虛擬互動實驗室，為了讓使用者可以快速上手了解其功能，在重要的按鈕上都有配置反白說明設定，讓使用者可以清楚了解此按鈕的功能，且在點擊按鈕後也會有語音說明及建議操作流程，如此的操作模式，即可以讓此虛擬互動實驗室快速達到其輔助教學效果。

3.3.2 螢幕視角自動導引設定

在實驗評量螢幕視角都以自動移動為設定，以 Look At 裡的 Target(3D Entity)為觀看器材的攝影機，Move To 裡的 Target(3D Entity)為觀看器材的攝影機，Progression Curve 調為適當的斜

率(圖 3.26)，並把三個模組連接之。

3.3.3 輸入代號答案比對設定

實驗評量答案輸入方式上，避免使用者未確實的記住器材的全名但其實是了解器材名稱，故配置器材代號表供使用者選擇(圖 3.27)，使用者只需輸入正確的器材代號並鍵入 Enter，畫面即會自動的導引到下一題以 Input String 與 Key Event 設定輸入答案與確定 Enter 鈕，以 Iterator If 群組陣列搜尋的方式來比對答案的正確性，以 Test 為邏輯模組判定 Iterator If 群組陣列裡答案並設定 True 與 False 流程(圖 3.28)。

3.3.4 評量分數設定

評量系統中讓使用者有一完整學習流程，配置了分數評量於系統中(圖 3.29)，在答案正確流程輸出時加入一 Op 參數運算器，來計算分數，設定裡將 Score 定為 0，p2 設為 10，p2 即為每題的分數(圖 3.30)，並可以累加為最後測驗的分數。在最後的邏輯模組 Test 輸出連接至一 Text Display 並將 Text 設定為測驗結束，並放置於畫面中間處，其後連接至 Deactivate Script 用於關閉功能操作。

第四章 實例展示

藉由 VIRTTOOLS 軟體設定架構出虛擬互動土木材料實驗室，使用者可隨著語音說明實驗步驟導覽及儀器工具搜索裝置來了解各個材料實驗及實驗室架構，本章節將呈現 3D 虛擬實境材料實驗室的成果。並分成二個部份：實驗室探索操作設定與實驗操作評量。此系統是以網頁的方式呈現，在介面上已設計一教學網站來呈現此教學系統(圖 4.1)，如此就可避免灌其它軟體來執行此系統的不方便性，也可增加程式執行的流暢性。

4.1 實驗室探索

本研究是以虛擬互動實境的方式呈現交通大學土木材料實驗室，所以在設計上，是以進入土木材料實驗室為開頭，設置了透明玻璃自動門(圖 4.2)，此時用 W 鍵操作前進(圖 4.3)，靠近透明玻璃門時，玻璃門即會自動開啟進入材料實驗室(圖 4.4)並啟動實驗室探索系統介面，讓使用者有真正進入實驗室之感，舉維卡針儀為例，儀器位於實驗室右方且位於烘箱的左方，使用者操作鍵盤 W 鍵前進及滑鼠左鍵控制視角前進至烘箱處(圖 4.5)，再藉由押著滑鼠左鍵使視角移到左方並前進，即可觀看到維卡針儀(圖 4.6)，系統介面即會顯示物件名稱維卡針儀，說明為測量初、終凝時間、標準稠度於水泥凝結時間檢驗使用與用途為水泥標準稠

度實驗、水泥漿凝結時間實驗，使用者藉由鍵盤移動操作及滑鼠左鍵控制視角移動至維卡針儀右方(圖 4.7)，操作瀏覽完實驗室架構後，藉由語音說明點擊上方國立交通大學土木材料實驗室大標後(圖 4.8)，此時螢幕左方出現土木材料實驗按鈕及實驗室探索按鈕，使用者可選擇開啟各個土木材料實驗搜尋裝置或實驗室探索按鈕開啟實驗室導覽搜尋裝置(圖 4.9)，並進行下一步驟。

4.2 實驗室導覽搜尋裝置操作設定

在使用者點選了實驗室探索按鈕後，此時螢幕右方出現實驗室搜尋裝置介面，當使用者點選實驗儀器後，螢幕第三區塊介面上方顯示出搜尋中…請稍候提示文字(圖 4.10)，當搜尋完畢時，螢幕介面顯示出抗壓試驗儀、電子秤、烘箱、恆溫水槽、細骨材搖篩機、天秤、維卡針儀、粗骨材搖篩機、水槽、混凝土拌合機一共十個儀器(圖 4.11)，當使用者點選抗壓試驗儀後，螢幕即會產生黃色提示規劃路徑導引使用者了解儀器規格與位置，於物件說明框處會顯示提示解說為以量測混凝土試體抗壓強度，為混凝土物性分析儀器，讓使用者了解其規格及功能，且在抗壓試驗儀右方顯示 Go 按鈕(圖 4.12)，使用者點選 Go 按鈕後，畫面即會自動前往抗壓試驗儀處(圖 4.13)，此時可由鍵盤↑↓←→控制觀看角度，如圖 4.14 所示為使用者按→鍵移動觀看角度為抗壓試驗儀

右方。

點選實驗工具按鈕時，於螢幕上顯示出實驗室所需之所有實驗工具，因器材較多，故總頁數配置了三頁(圖 4.15)，使用者按下一頁按鈕後，在換頁按鈕上方顯示總頁數 3 頁與目前頁數第 2 頁，使用者於搜尋器材顯示框處點選圓錐模，螢幕即會產生黃色提示規劃路徑導引使用者了解儀器規格與位置，於物件說明框處會顯示提示解說為頂端內徑 $40\pm 3\text{mm}$ ，底部內徑 $90\pm 3\text{mm}$ ，高度 $75\pm 3\text{mm}$ ，螢幕上於器材名稱右方顯示 Go 按鈕(圖 4.16)，使用者點選 Go 按鈕後，畫面即會自動前往圓錐模處(圖 4.17)，此時可由鍵盤 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 控制觀看角度，圖 4.18 所示即為使用者按 \rightarrow 鍵移動觀看角度至圓錐模右方。

使用者也可重新點擊上方國立交通大學土木材料實驗室大標，此時畫面出現三個實驗按鈕，分別為水泥實驗、骨材實驗與混凝土實驗，使用者點擊水泥實驗時，即會出現水泥比重實驗、水泥細度實驗、水泥標準稠度實驗與水泥漿凝結時間實驗四個按鈕(圖 4.19)，當點擊水泥細度實驗後，開啟其實驗室導覽搜尋裝置並點擊實驗儀器按鈕，螢幕第三區塊介面上方顯示出搜尋中…請稍候提示文字，其螢幕介面僅搜尋出水泥細度實驗所需用到之儀器為烘箱與小電子秤(圖 4.20)，當使用者點選小電子秤時，螢

幕即會產生黃色提示規劃路徑導引使用者了解儀器位置，使用者再次點選旁邊啟動按鈕，畫面即會自動前往小電子秤處(圖 4.21)，此時可由鍵盤↑↓←→控制觀看角度，圖 4.22 所示為使用者按→鍵移動觀看角度為小電子秤右方。

4.3 實驗操作評量

評量是在操作完實驗室導覽搜尋裝置之後，故在攝影機配置時就以使用者已進入實驗室為初始設定，此時使用者點選畫面左上方的評量按鍵(圖 4.23)，系統即會啟動評量測驗，攝影機畫面自動移動至第一題題目烘箱處，此時螢幕畫面操作提示輸入物件代號後按 ENTER，於螢幕上方有分數顯示與右下方有器材代號對照表(圖 4.24)，當輸入正確代號 2 後，攝影機畫面即會移往下一題並加上答對分數 10 分(圖 4.25)，當輸入錯誤代號 3 時，畫面即會以閃爍提醒且會將正確題目解答顯示於螢幕上，分數顯示上還是為 0 分(圖 4.26)，評量流程使用者操作完全部十題，最後為細骨材搖篩機時，畫面中央會顯示測驗結束提示文字(如圖 4.27)，並把所有功能按鈕關閉且使畫面停止顯示最終評量分數(圖 4.28)。

第五章 結論與建議

5.1 結論

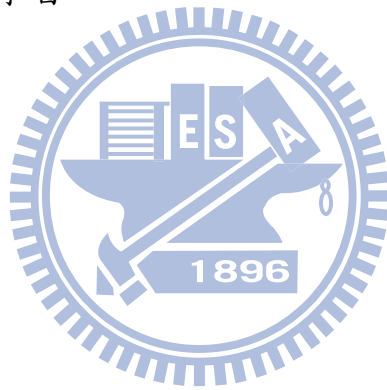
本研究以交通大學土木材料實驗室以 3D 虛擬實境的方式，讓學生可以藉著電腦先行對各個材料實驗有著初步的認識，研究包含著在大學課程中所會接觸到的材料實驗，利用設定的功能，以步驟導引著學生與器材的虛擬互動及了解各個實驗的原理及儀器、工具的規格與功能，使其能達到輔助教學之目的。

1. 以虛擬實境的方式呈現土木材料實驗室，可以讓學生在未熟悉材料實驗前，避免實驗可能所會伴隨的風險及失誤所產生材料、時間耗損的可能，在實地操作可以更有效率的完成各個材料實驗課程。
2. 設定上利用鍵盤、滑鼠的按鍵設定操作實驗室虛擬互動的部份，藉由著語音輔助說明、步驟說明及儀器與工具的搜索，讓學生藉由電腦上的操作，增加其學習興趣且可不限次數的複習。
3. 在操作完系統流程後，有設定一分數評量機制，藉此了解學生學習效果與增加學習興趣。

5.2 建議

1. 在使用者與器材互動的部份設定的較少，如實際操作各個材料實驗步驟，之後可以朝著虛擬互動的方向發展。

2. 在設定上可以使用其它的操作工具，可不限於鍵盤滑鼠，之後可以設計相容的操作手把或其它輔助工具、投影設備來使其更有虛擬實境互動的效果
3. 研究可以藉著同樣模式再擴充其它實驗或材料實驗室，使其更為完善，增加其學習效果。
4. 在大學的土木材料課程裡，大多都屬於多人分組制，未來研究可以朝著多人連線合作完成實驗，並架構成一伺服器，讓學生可以從此一平台互動學習。



參考文獻

1. 劉明昆，Virtools Dev 數位遊戲動力，文魁，台北，2005。
2. 許志維，蔡雅純，洪維恩，3D 遊戲夢想家 Virtools 4.0 入門實作範例，藍海文化，台北，2008。
3. 邱明祺，「虛擬實境於電腦輔助教學之研究-以材料力學之學習為例」，國立交通大學，碩士論文，1998。
4. 陳奕銘，「材料力學虛擬教室」，國立交通大學，碩士論文，1999。
5. 潘玠怡，「虛擬土木材料教學實驗室-粒料篩分析試驗部分」，國立交通大學，碩士論文，2009。
6. 潘天恩，「虛擬實驗室之抗壓試驗」，國立交通大學，碩士論文，2009。
7. 許嘉宏，「虛擬實境技術於工程教育訓練之應-以橋樑工法為例」，台灣科技大學，碩士論文，2003。
8. 李忠錦，「虛擬實境應用於震動台試驗重現研究」，國立交通大學，碩士論文，2007。
9. 愛迪斯公司網站。<http://www.axis3d.com.tw>
10. Virtools技術支援電子手冊。
http://www.hmhsieh.idv.tw/vr932/virtools_tech_menu/chara

acters/charactergoto.html

11. 王啟榮，3D VR互動設計－Virtools/3Ds max 虛擬技術整合，文魁，台北，2008。

12. 沈永年，郭文田，土木工程材料試驗，全華，台北，2005

13. 虛擬實境介紹網站

http://doctor_c.caece.net/mute/cae/lvr.html

14. 歐特克網站，<http://www.autodest.com.tw>

15. 虛擬實境技術在復健醫學應用實例開發

http://mmr1.cgu.edu.tw/rehab/lab/ren/Paper/VR_Short/VR_Short.html

hort.html

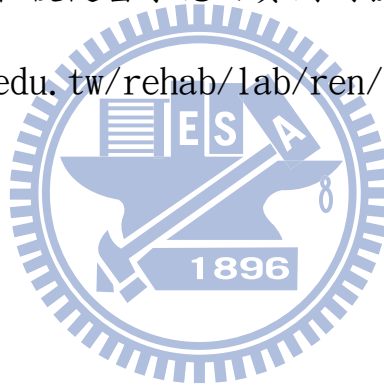




圖 2.1 手部連續被動運動復健系統

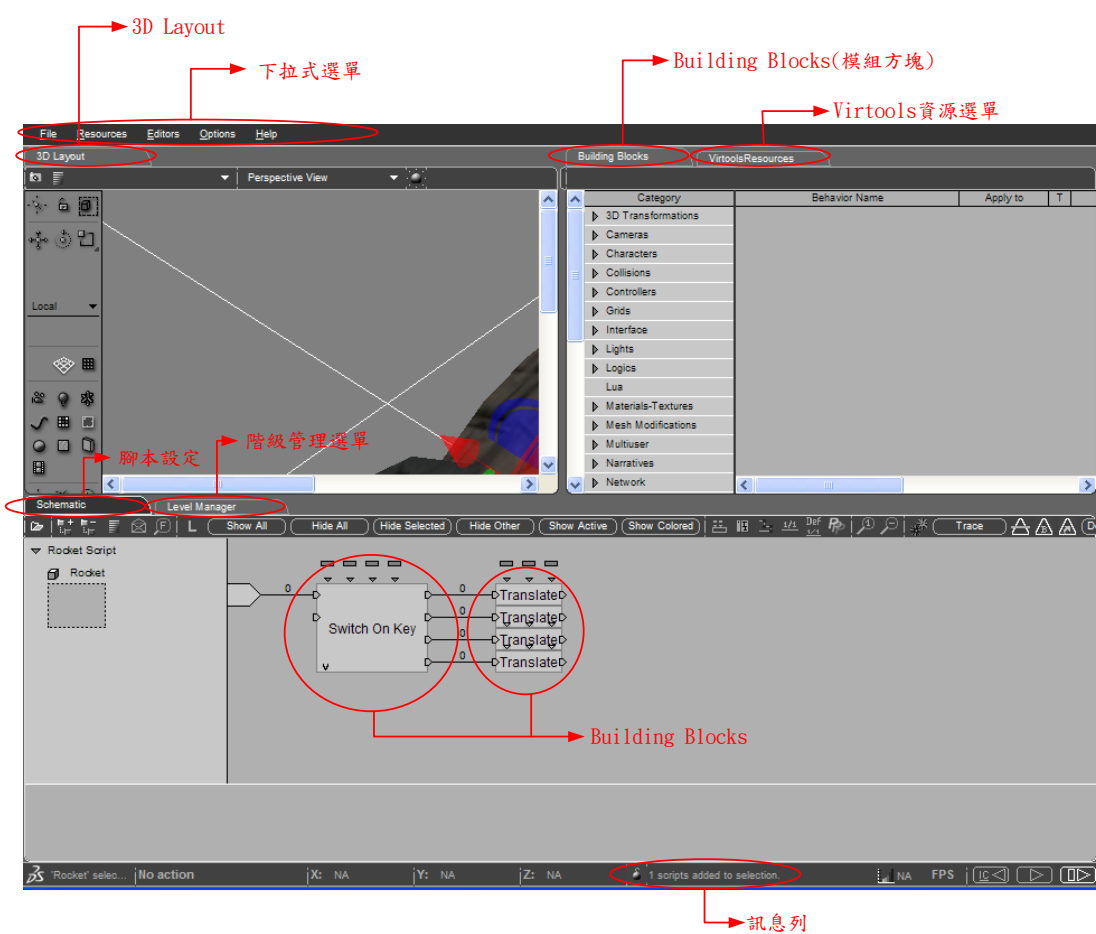


圖 2.2 Virtools 操作環境

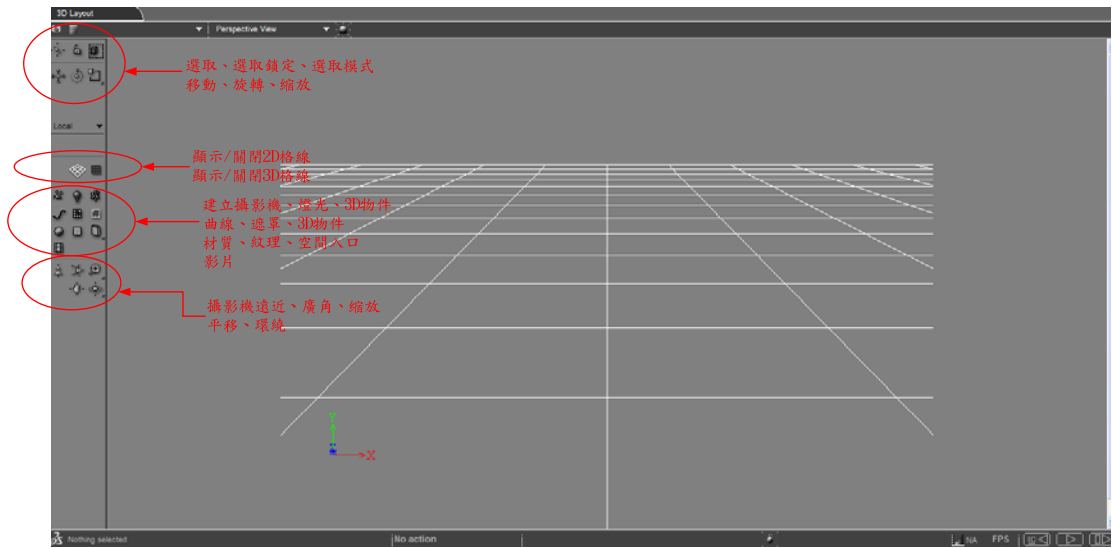


圖 2.3 Virtools 基礎操作環境介紹

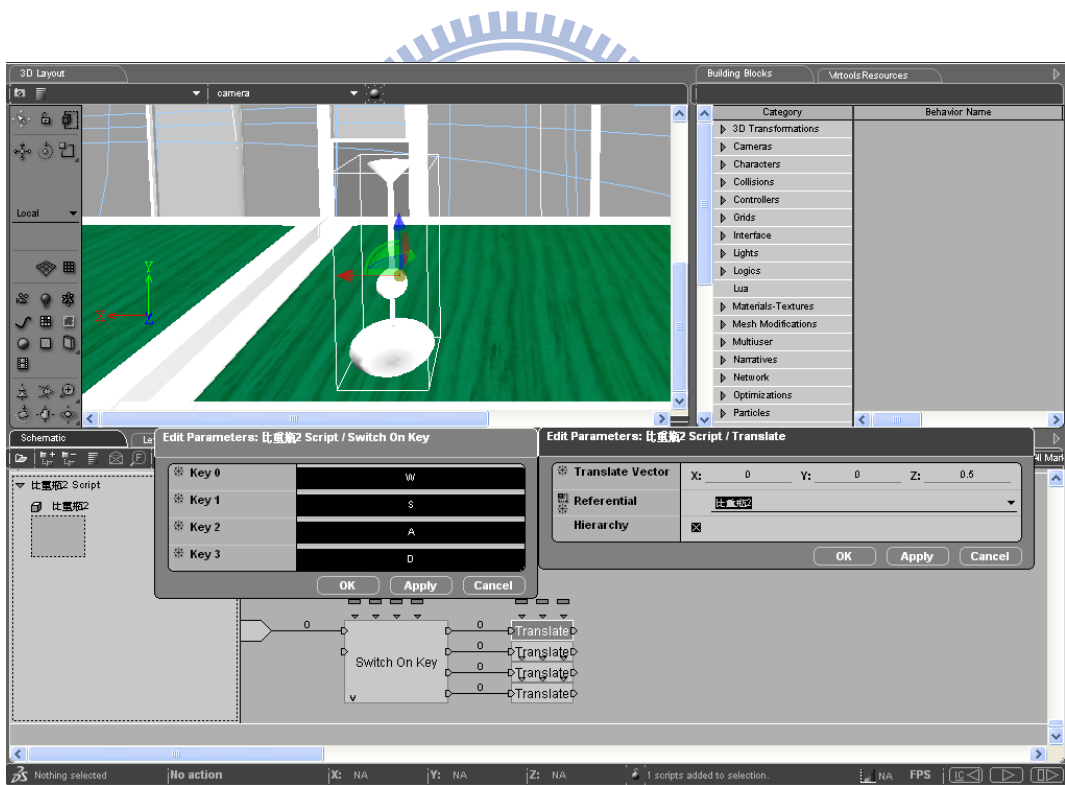


圖 2.4 3D 物件移動按鈕設定

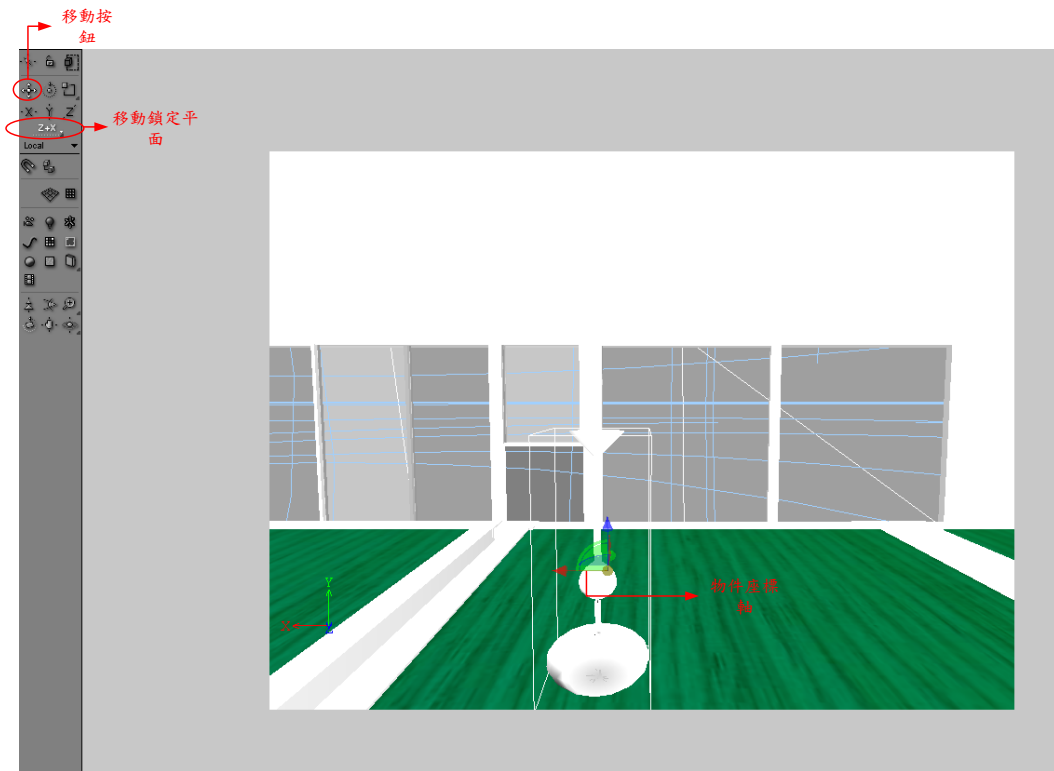


圖 2.5 物件移動功能

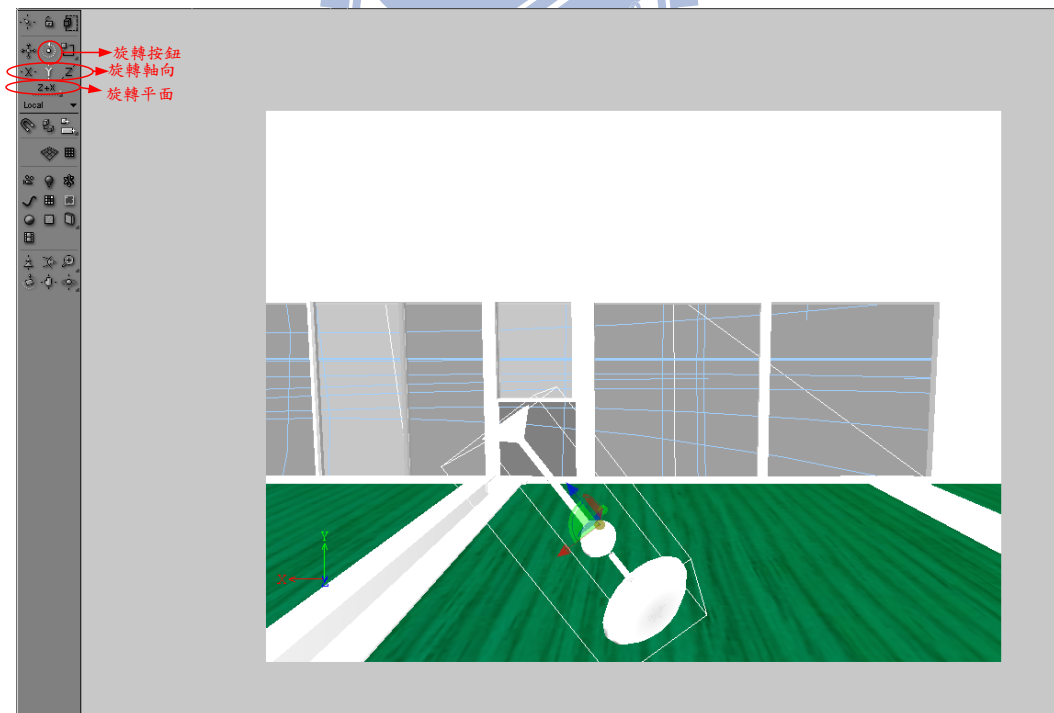


圖 2.6 物件旋轉功能

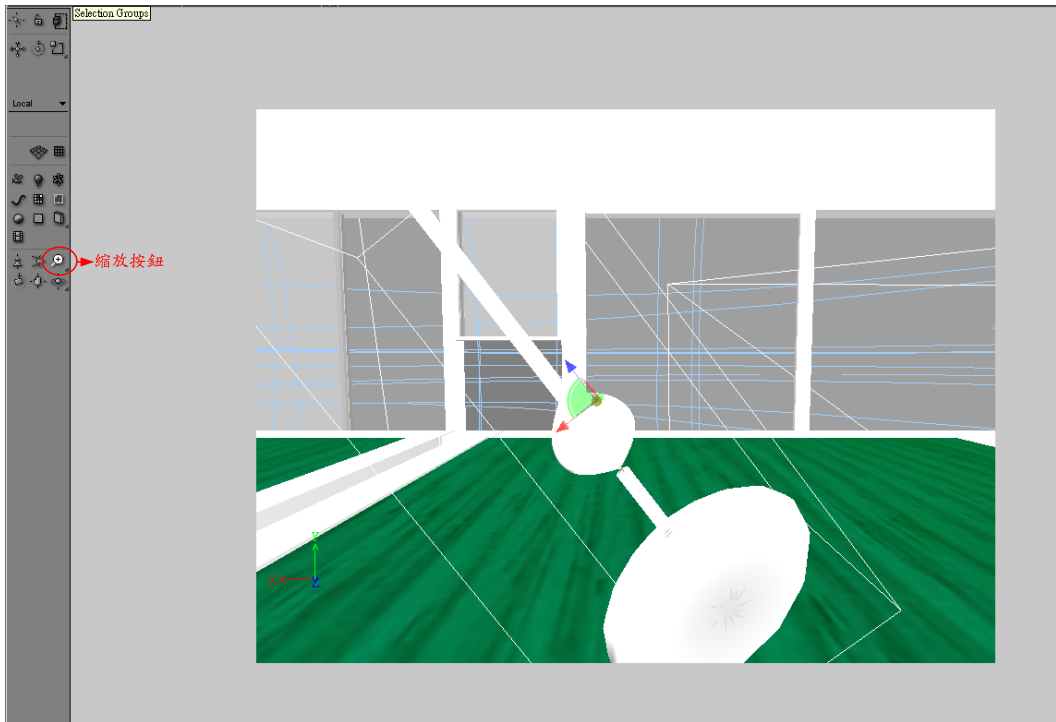


圖 2.7 攝影機縮放按鈕功能

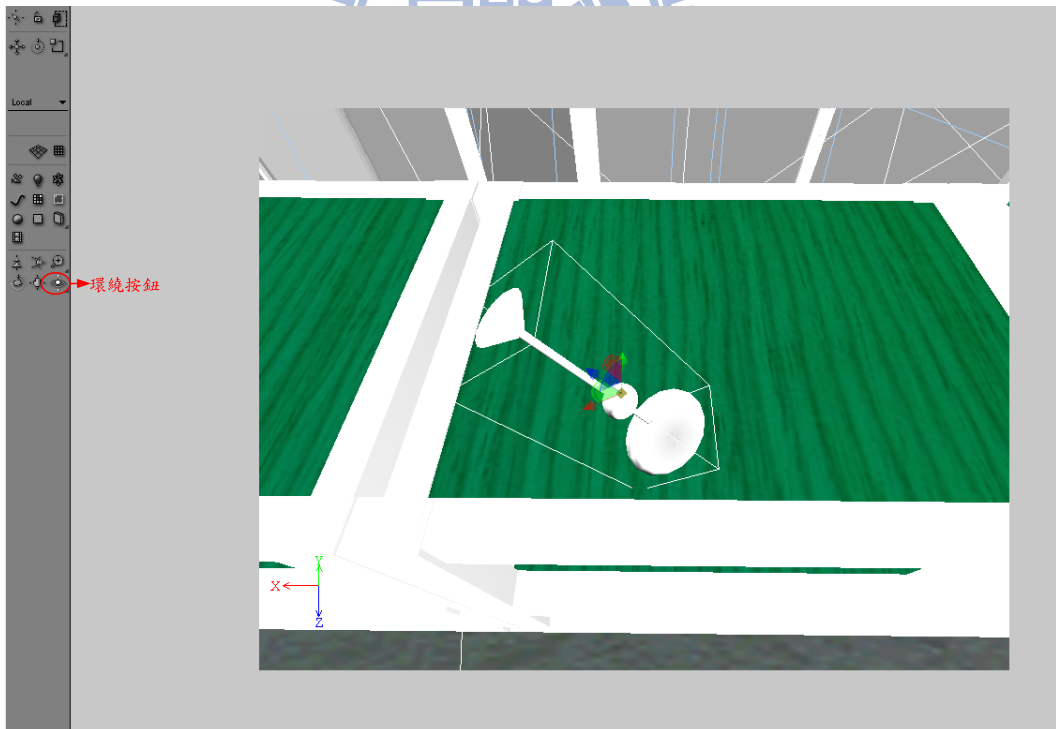


圖 2.8 攝影機環繞按鈕功能

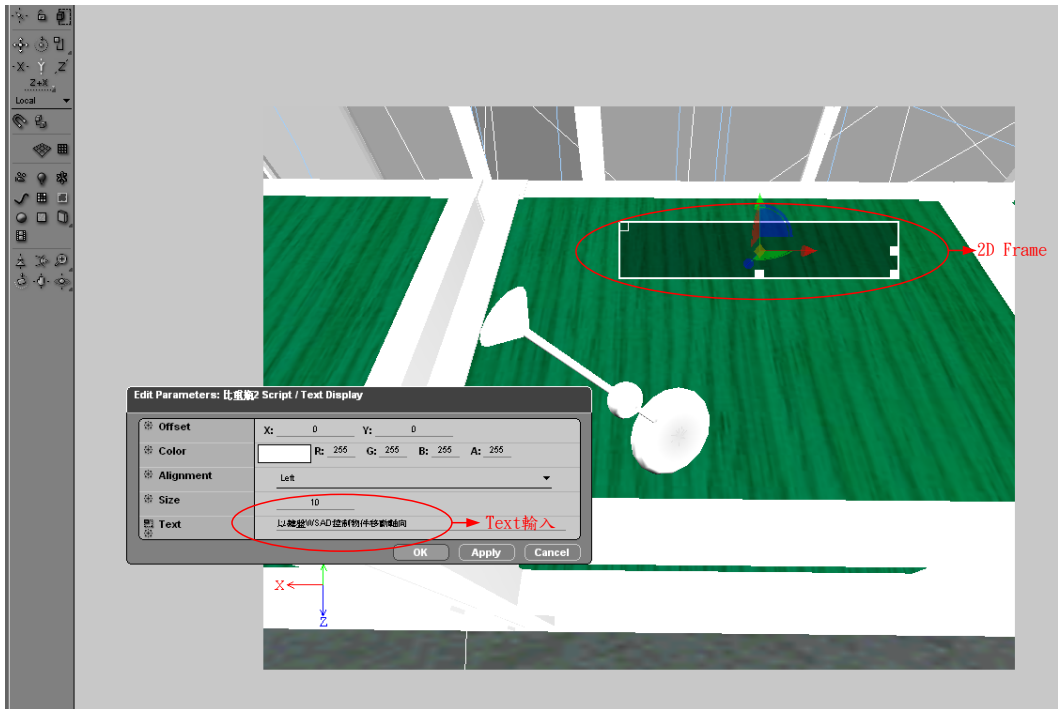


圖 2.9 2D Frame 與說明配置功能

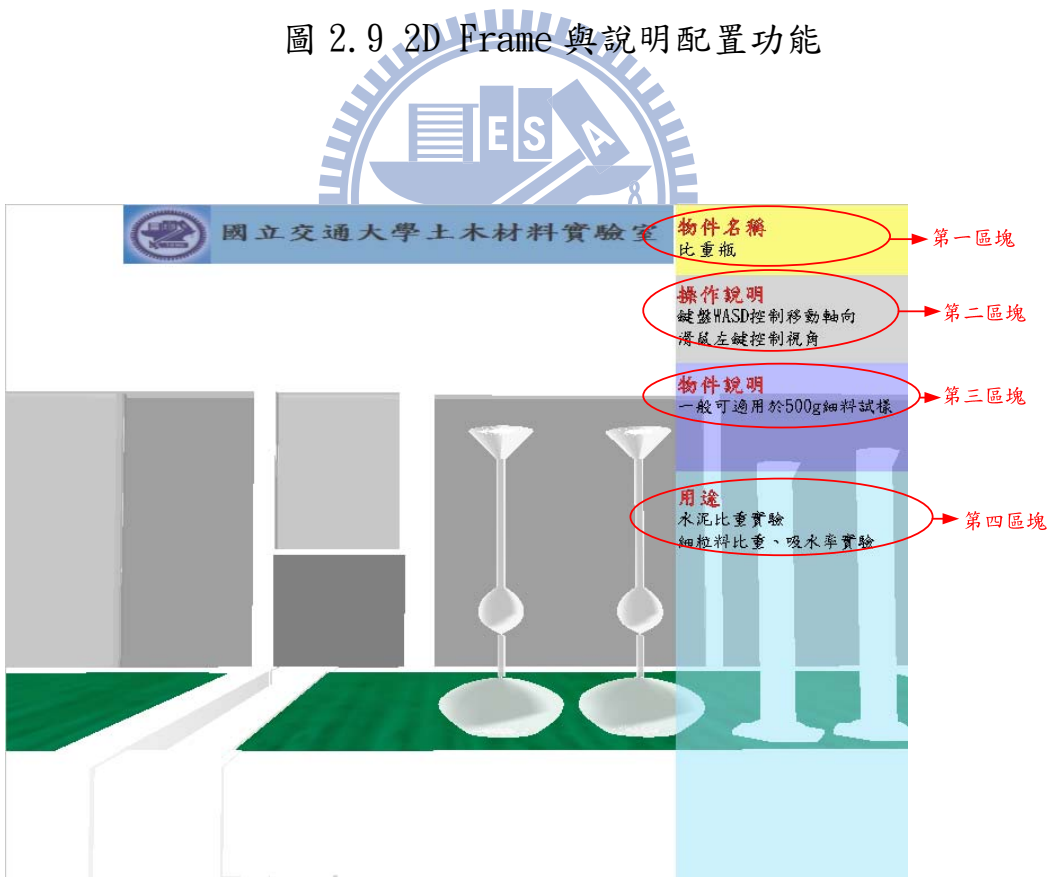


圖 3.1 搜尋系統介面配置

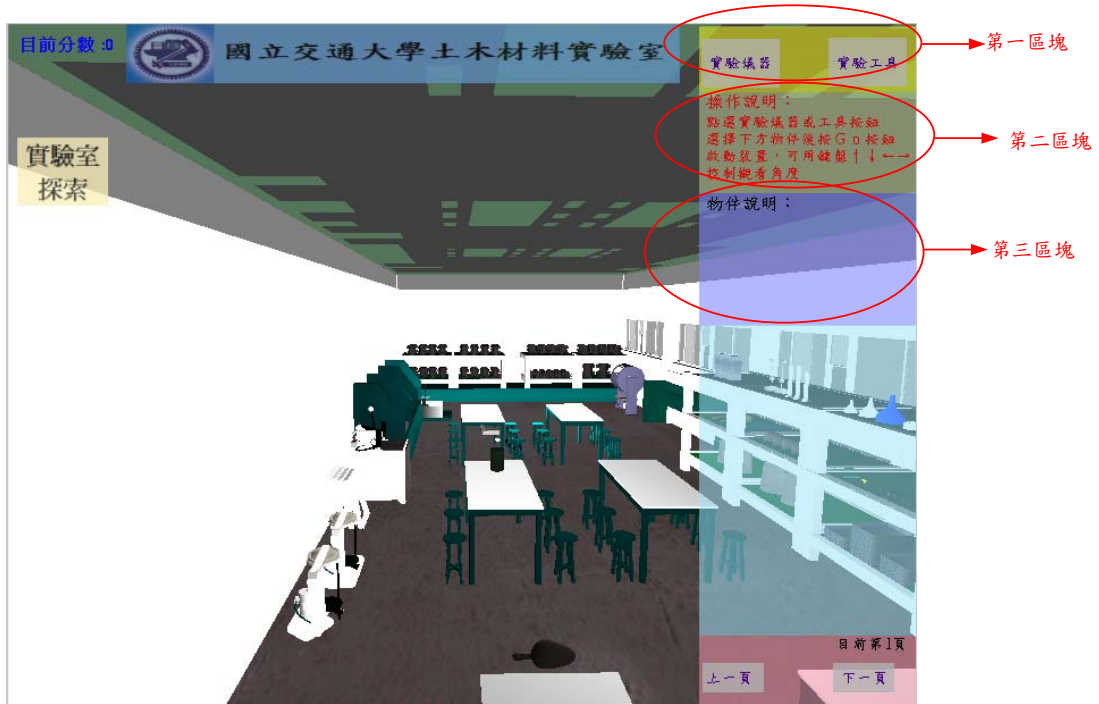


圖 3.2 裝置介面配置

目標: 電子秤	距離: 3
目標: 抗壓試驗儀	距離: 3
目標: 恆溫水槽	距離: 5
目標: 細骨材搖篩機	距離: 5
目標: 烘箱	距離: 5
目標: 小電子秤	距離: 6
目標: 維卡針儀	距離: 7
目標: 粗骨材搖篩機	距離: 8
目標: 水槽	距離: 13
目標: 混凝土拌合機	距離: 17



圖 3.3 搜尋目標依距離近遠排列

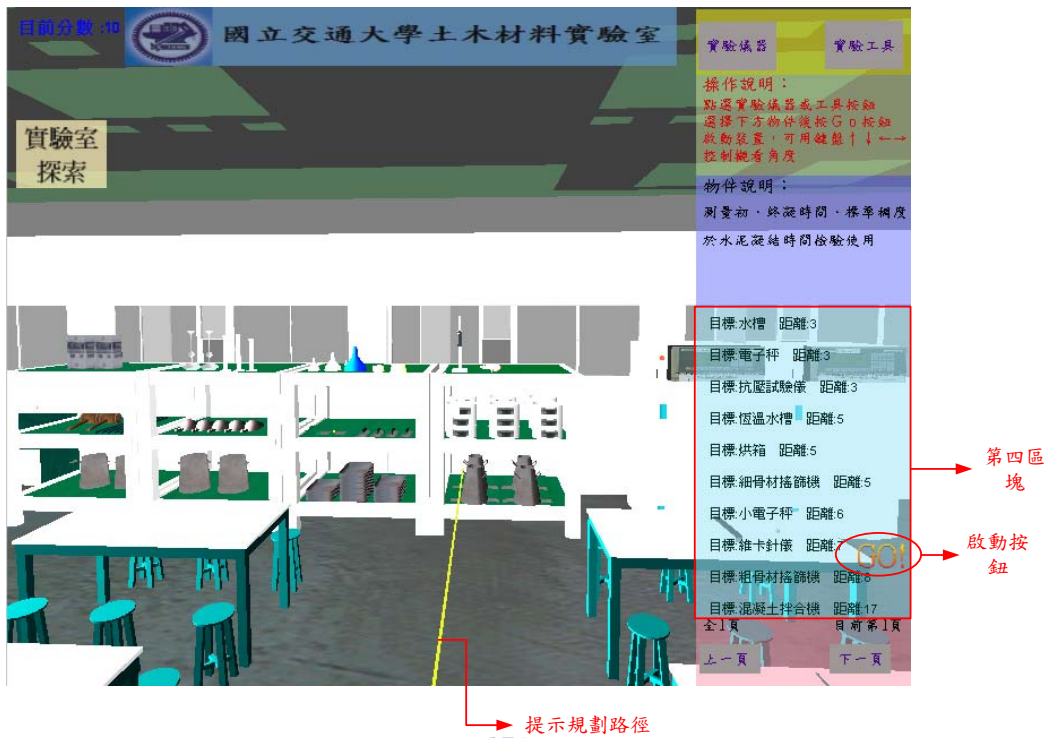


圖 3.4 介面第四區塊配置

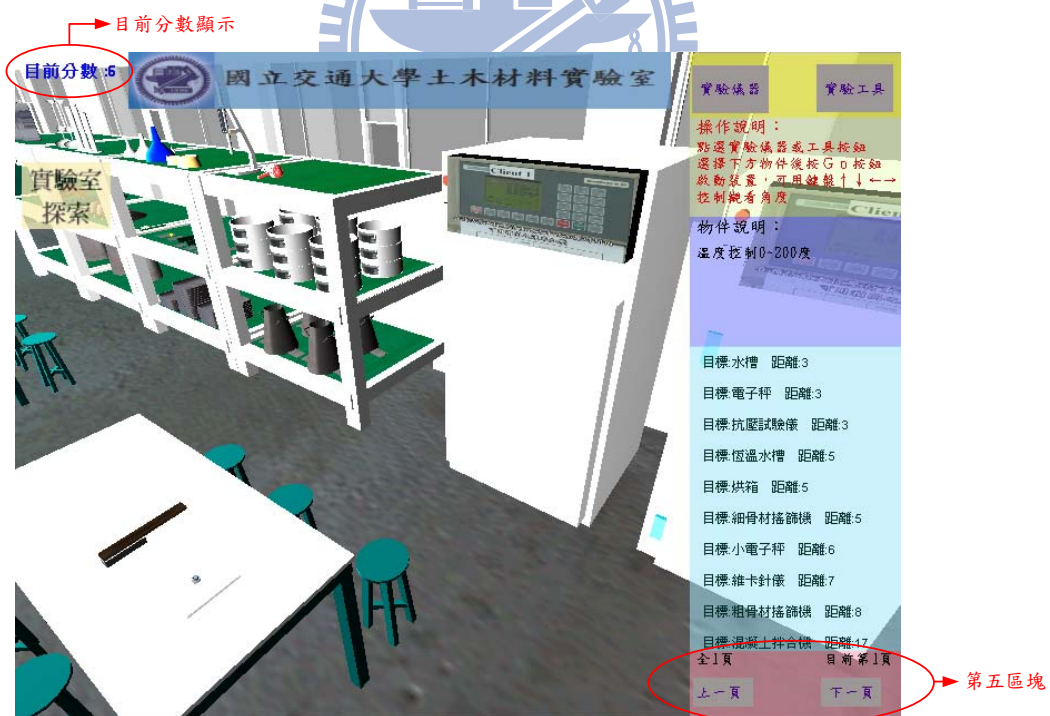


圖 3.5 介面第五區塊配置與分數顯示

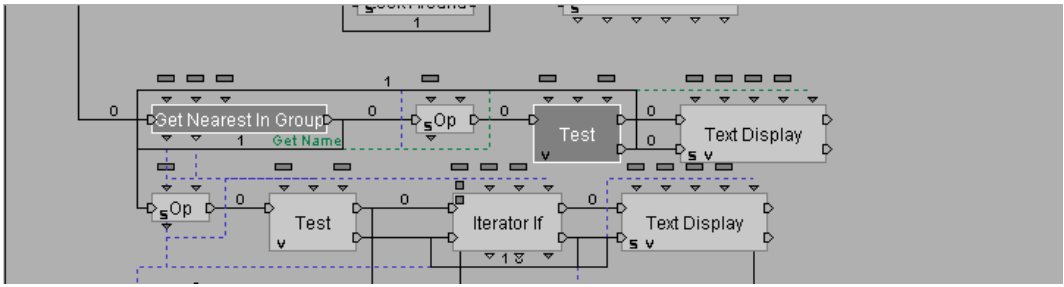


圖 3.6 邏輯模組距離判斷



圖 3.7 實驗儀器與實驗工具按鈕配置

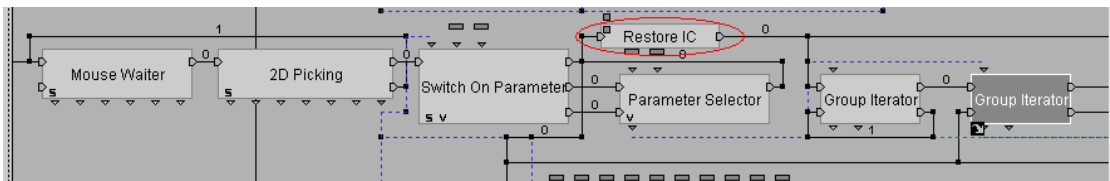


圖 3.8 實驗儀器與實驗工具按鈕設定

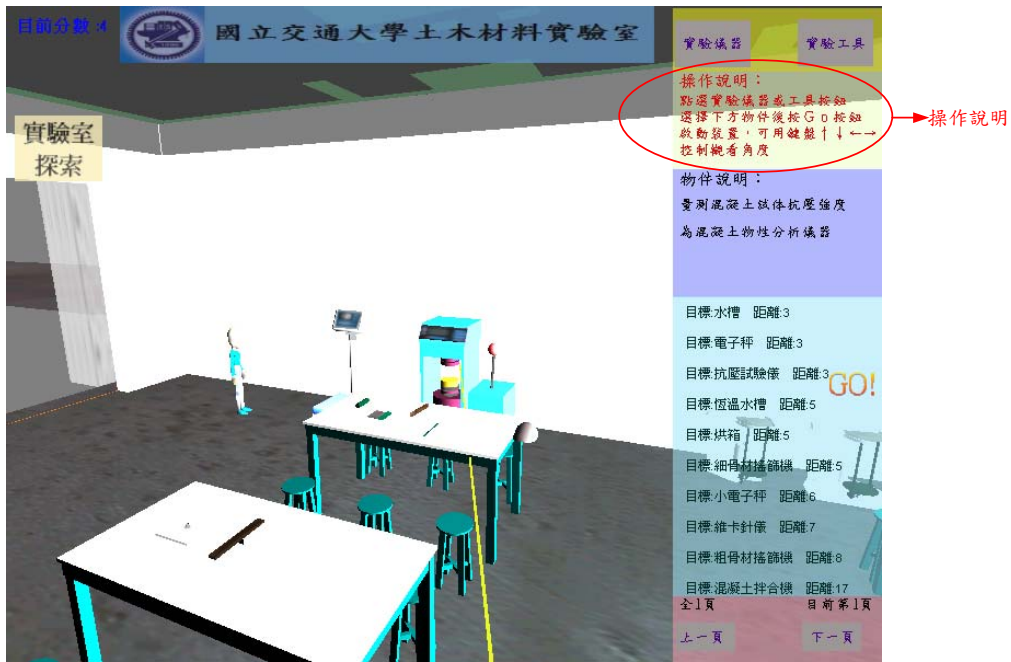


圖 3.9 操作說明文字

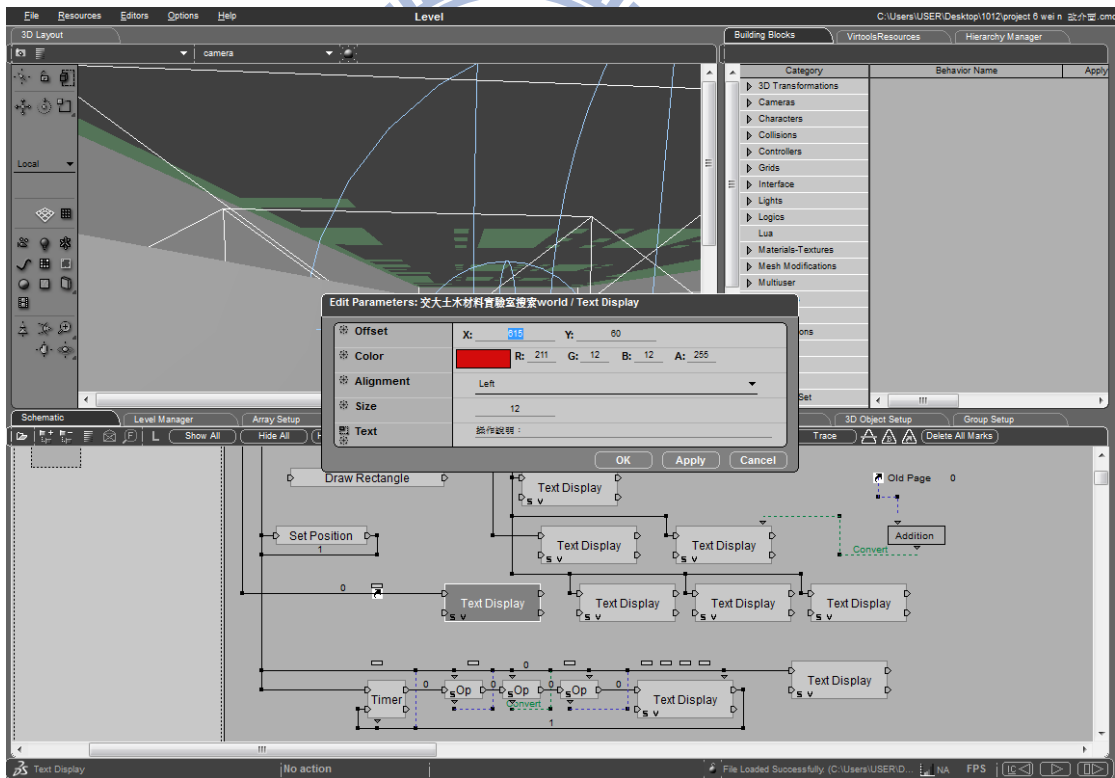


圖 3.10 操作說明文字設定

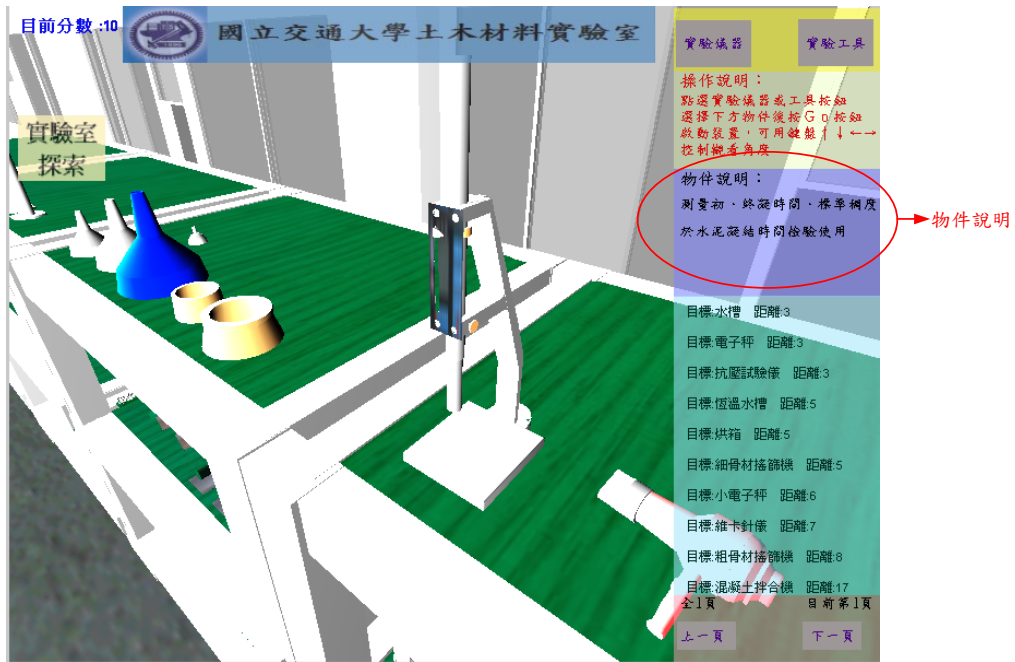


圖 3.11 物件說明配置

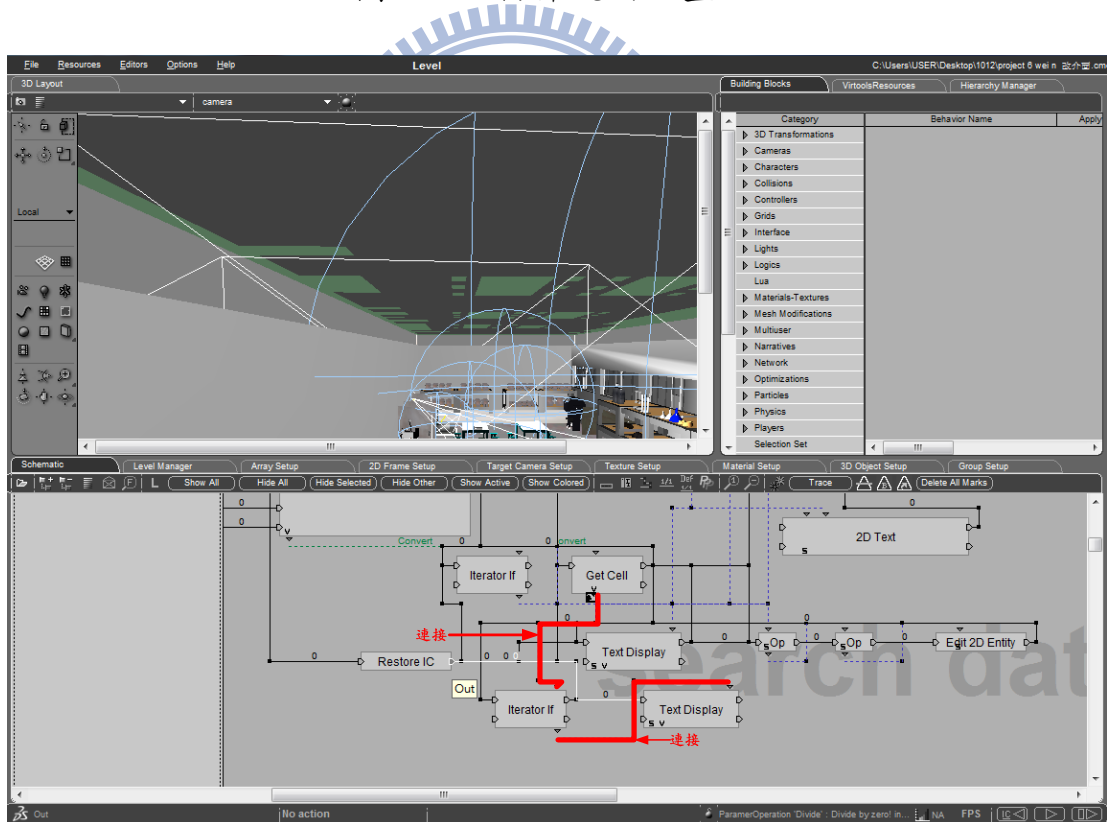


圖 3.12 物件說明顯示設定

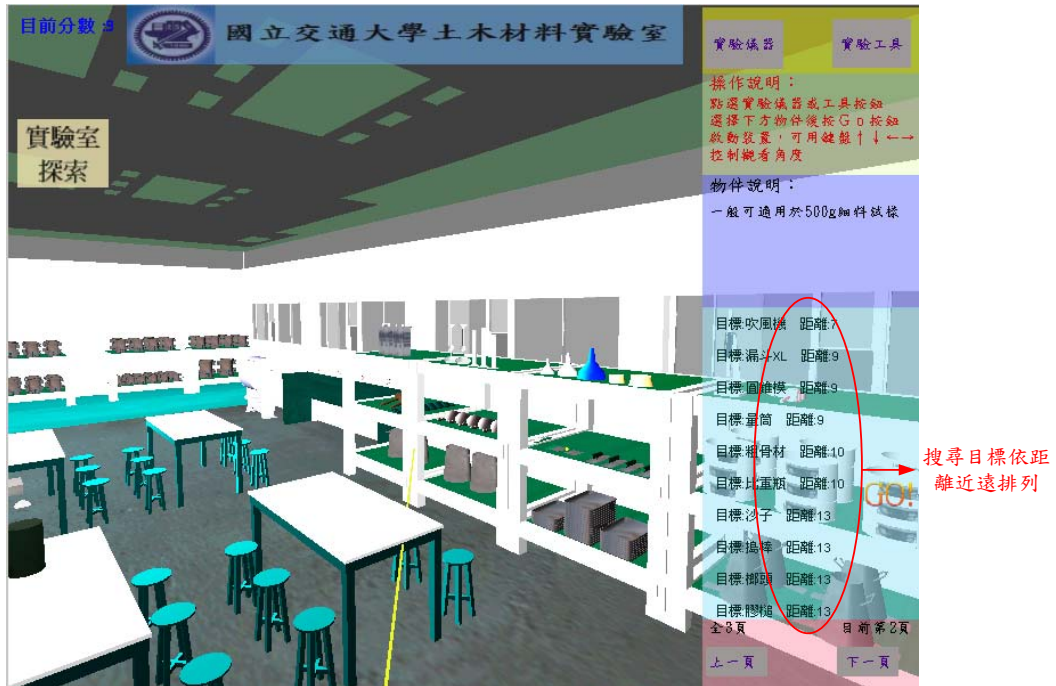


圖 3.13 搜尋目標近遠排列

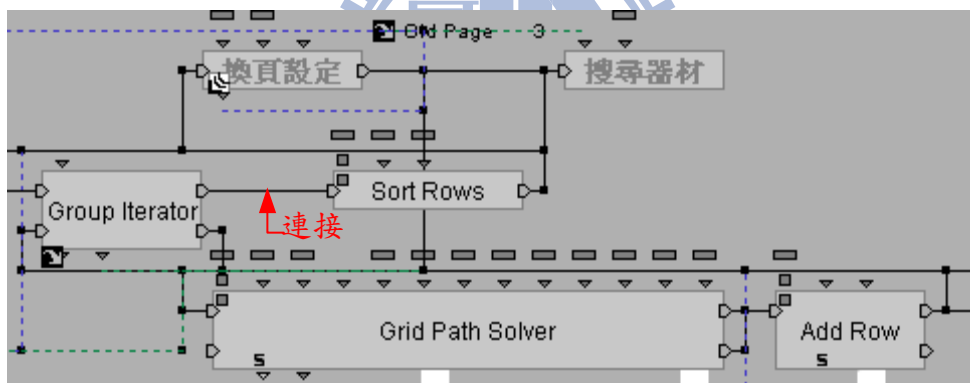


圖 3.14 搜尋目標排列設定



圖 3.15 提示導引路線

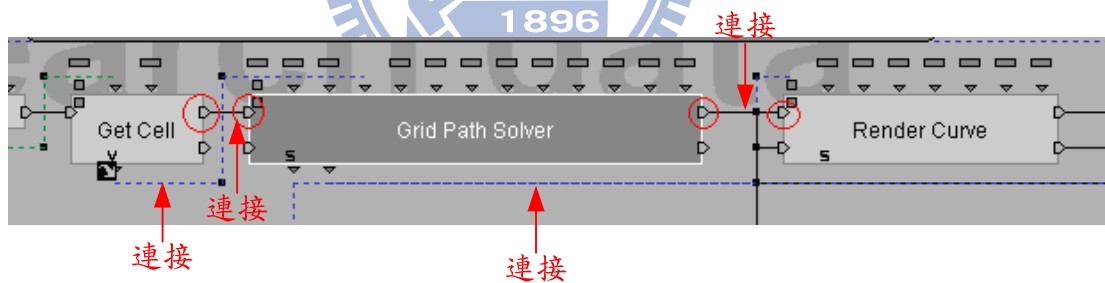


圖 3.16 提示導引路線設定

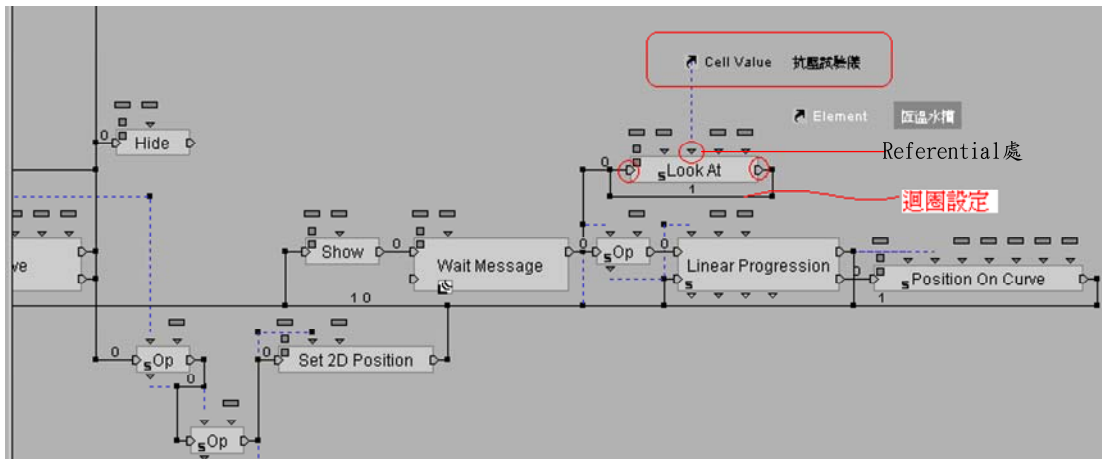


圖 3.17 搜尋裝置 Look At 設定

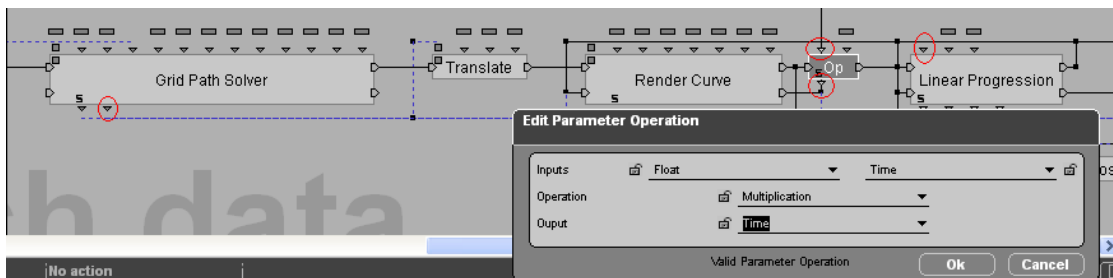


圖 3.18 跟隨曲線移動到指定物件設定

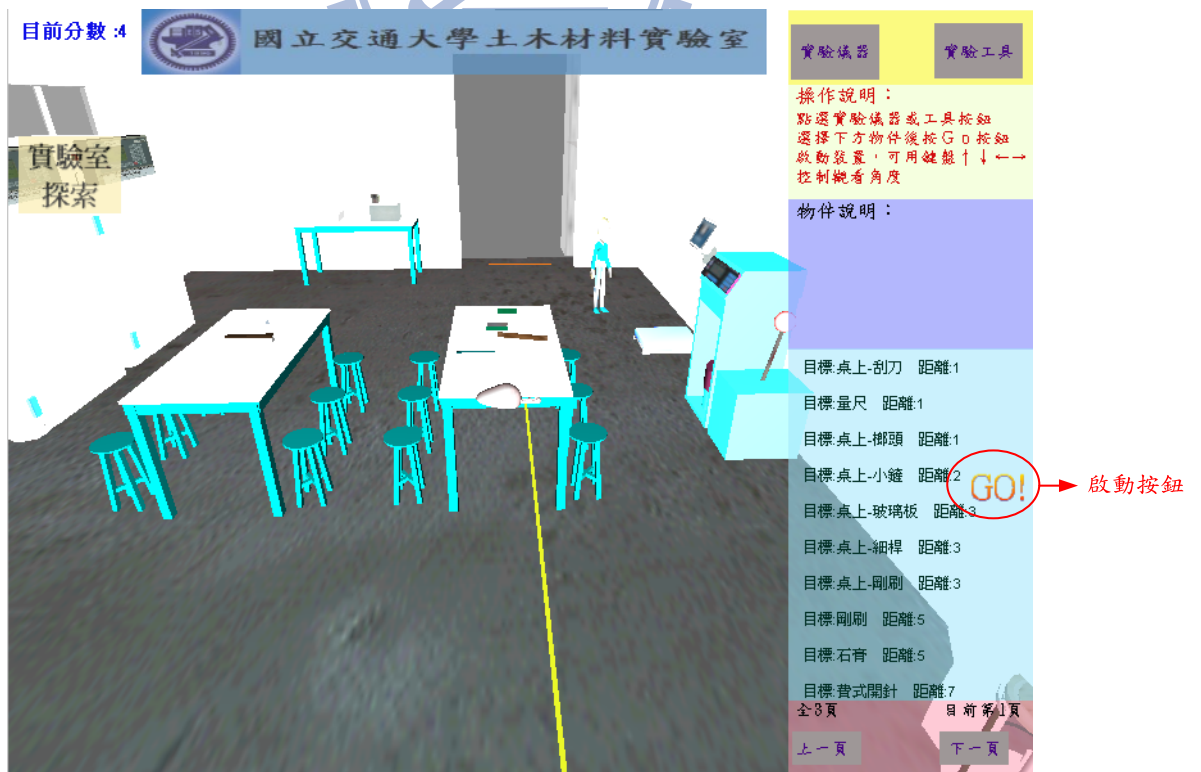


圖 3.19 啟動按鈕

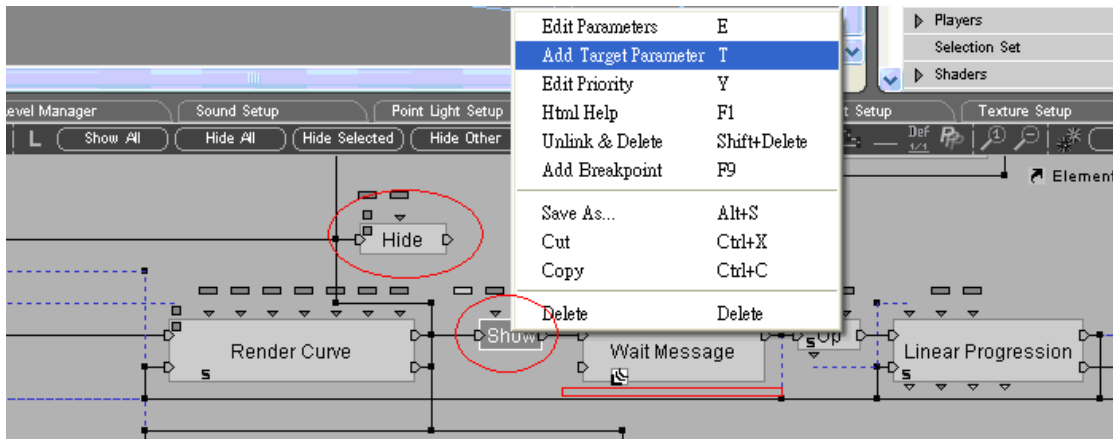


圖 3.20 啟動按鈕設定

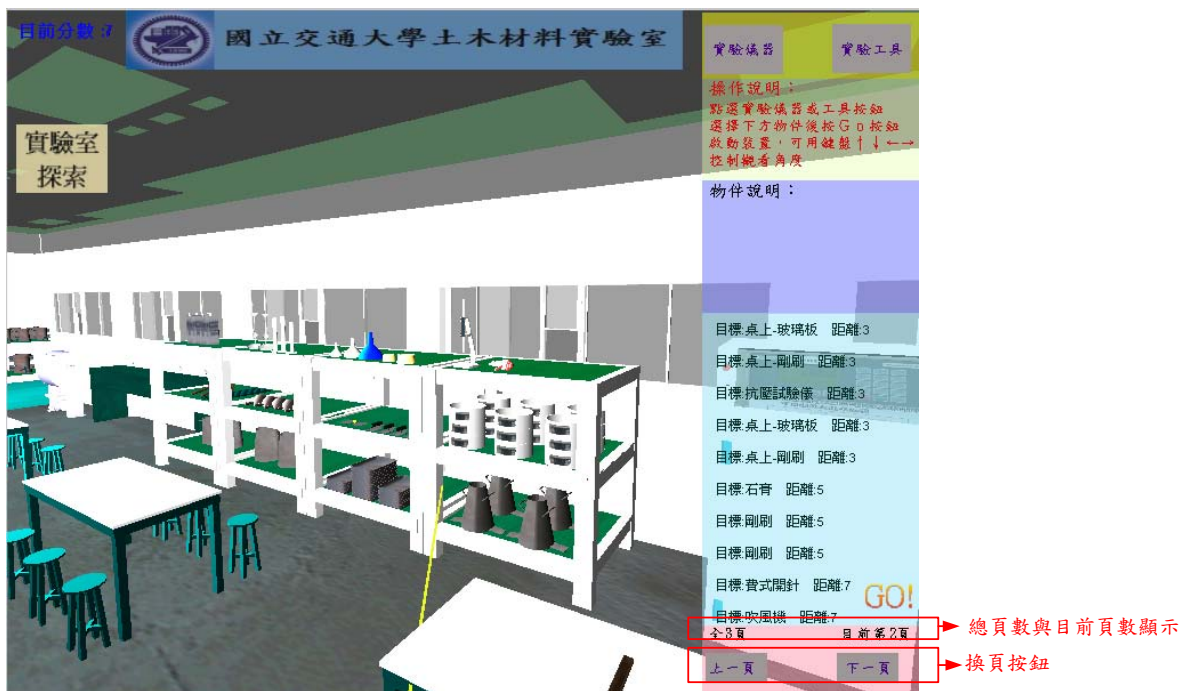


圖 3.21 換頁功能與頁數顯示設定

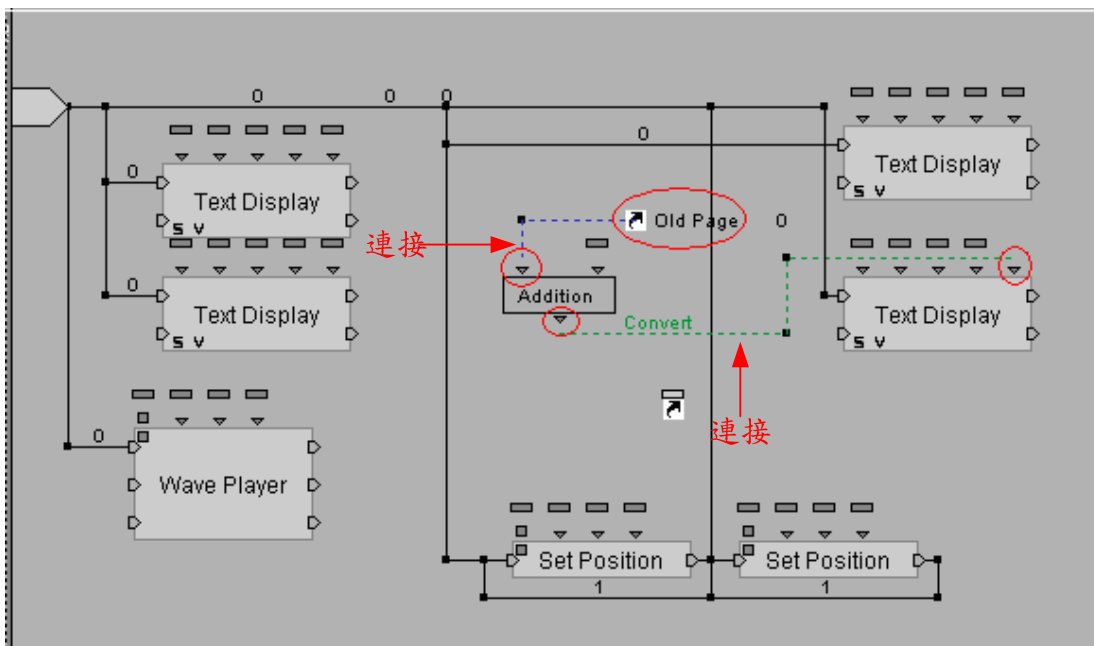


圖 3.22 換頁功能與頁數顯示設定



圖 3.23 操作分數顯示

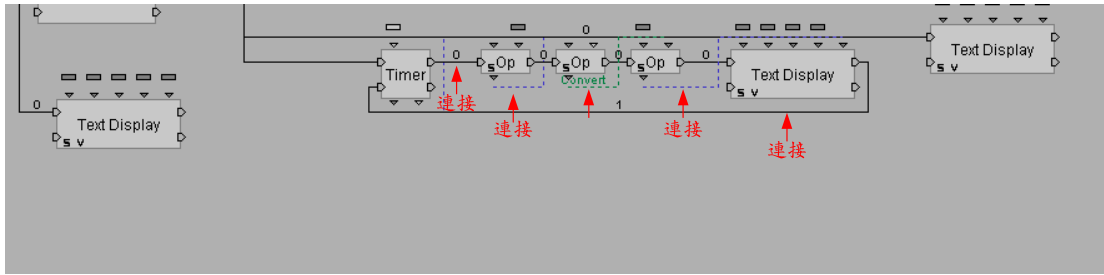


圖 3.24 操作分數顯示設定

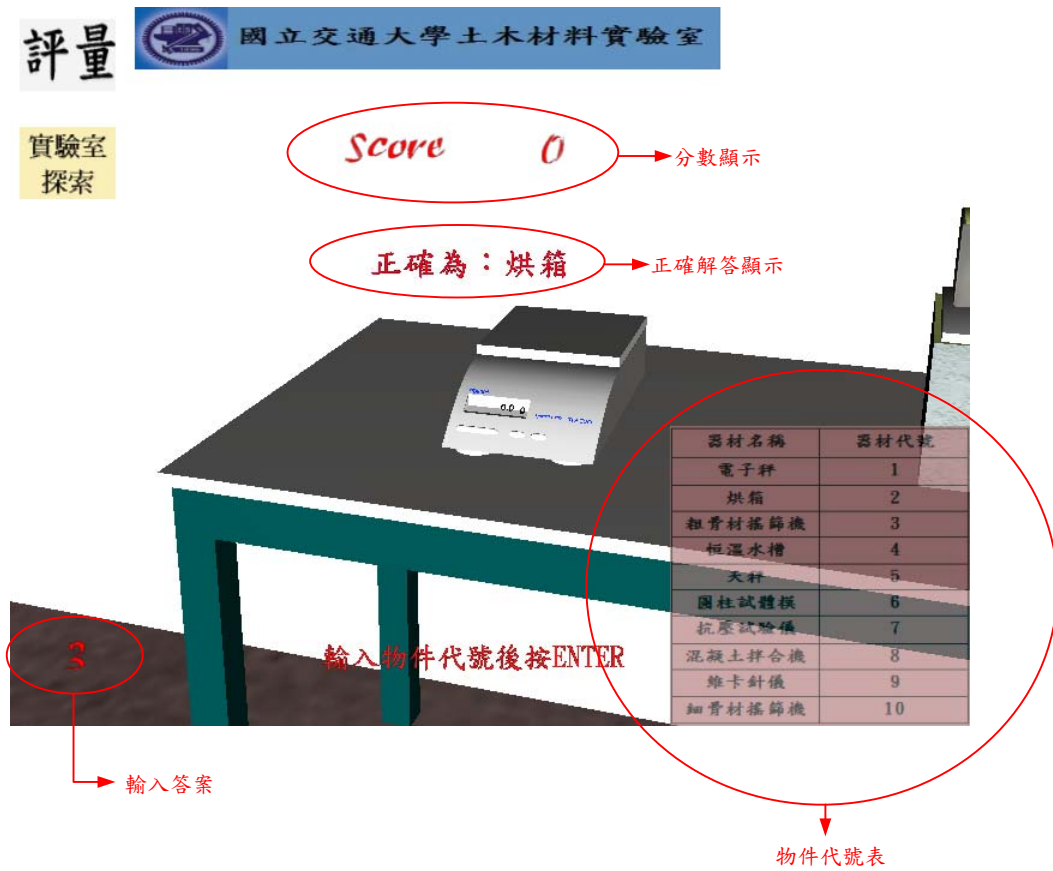


圖 3.25 評量介面配置

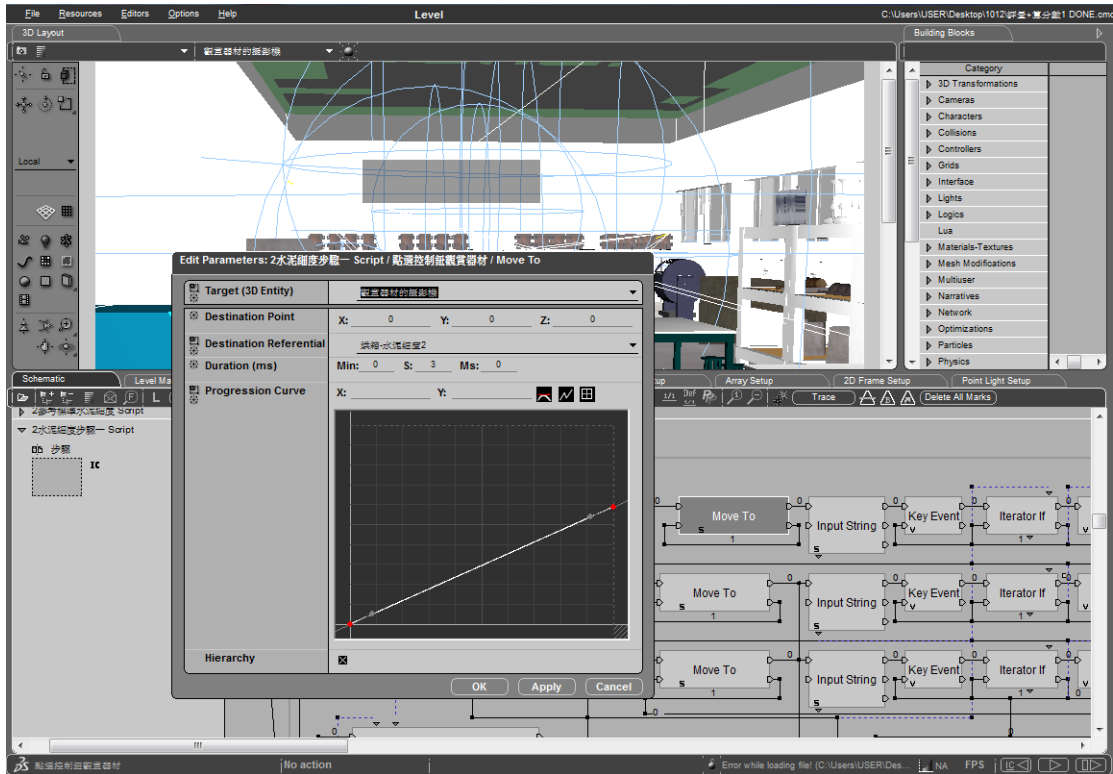


圖 3.26 Move To 設定

評量 國立交通大學土木材料實驗室

實驗室 探索

Score 0

Client 1

在該系統中，您可以選擇不同的器材，在該系統中，您可以選擇不同的器材，在該系統中，您可以選擇不同的器材。

輸入物件代號後按ENTER

器材名稱	器材代號
大電子秤	1
烘箱	2
超音波篩篩機	3
恆溫水槽	4
電子秤	5
圓柱試驗機	6
抗壓試驗機	7
混凝土拌合機	8
離心針儀	9
超音波篩篩機	10

器材代號表

圖 3.27 器材代號表

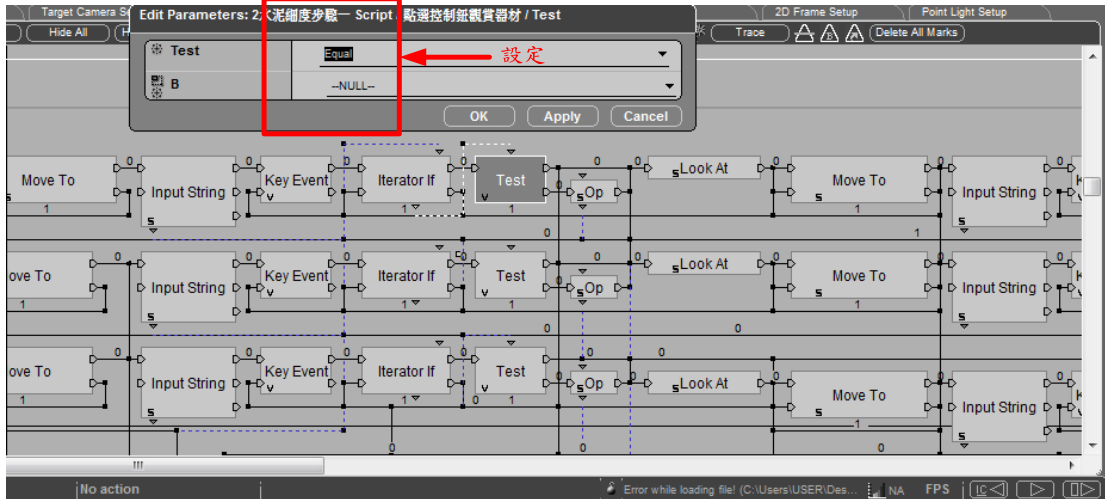


圖 3.28 Test 設定

評量

實驗室
探索

國立交通大學土木材料實驗室

Score 10

→ 評量分數

器材名稱	器材代號
大電子秤	1
烘箱	2
粗骨材篩機	3
恆溫水槽	4
電子秤	5
圓柱試體模	6
抗壓試驗儀	7
混凝土拌合機	8
維卡針儀	9
細骨材篩機	10

2 輸入物件代號後按ENTER

圖 3.29 評量分數設定

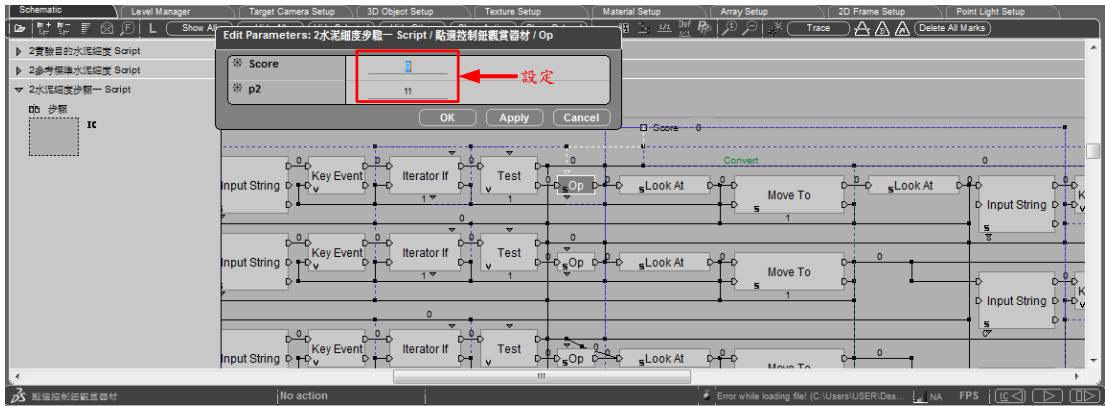


圖 3.30 評量分數 Op 設定



圖 4.1 土木工程材料實驗室教學網站

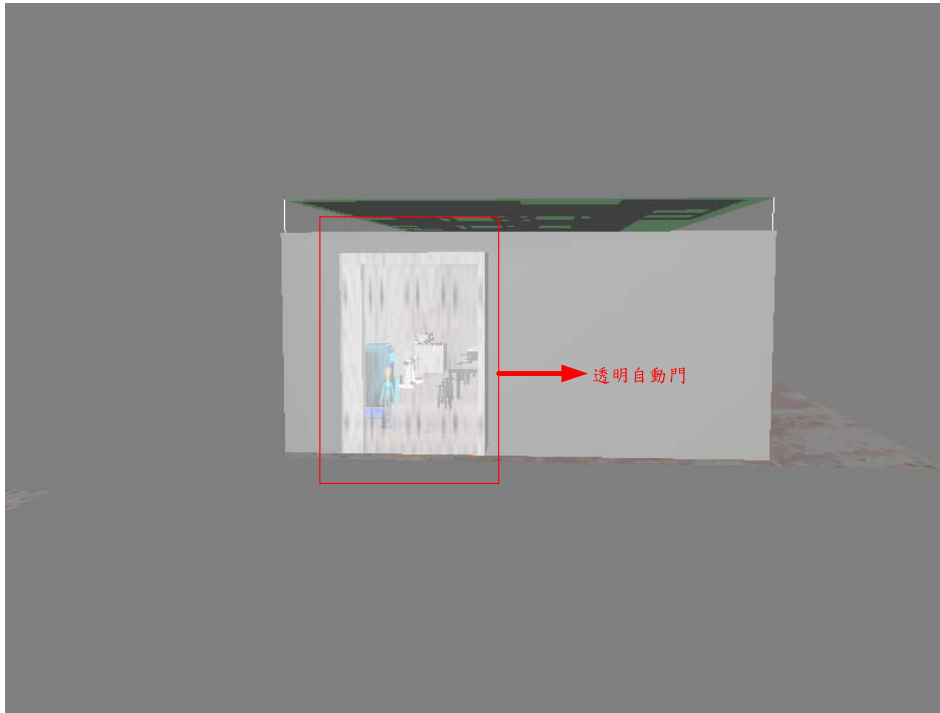


圖 4.2 材料實驗室外觀



圖 4.3 按 W 鍵前進至土木材料實驗室門口



圖 4.4 自動門開啟進入土木材料實驗室



圖 4.5 維卡針儀與烘箱相對位置

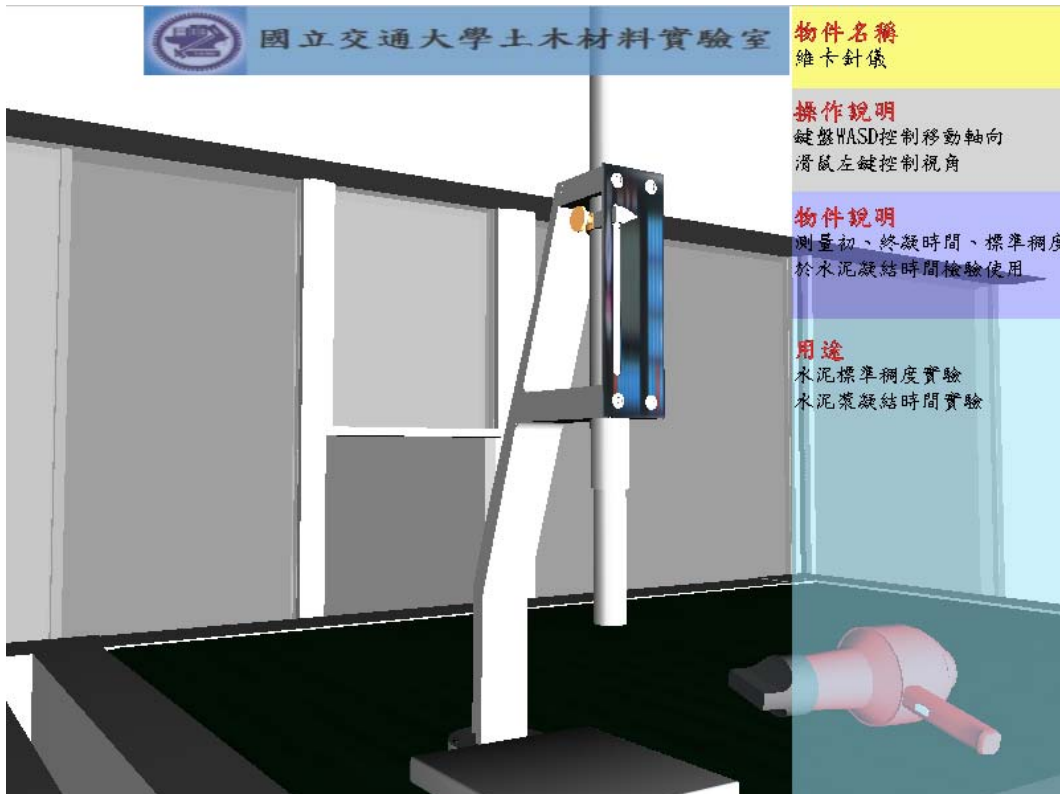


圖 4.6 觀看維卡針儀



圖 4.7 維卡針儀右方

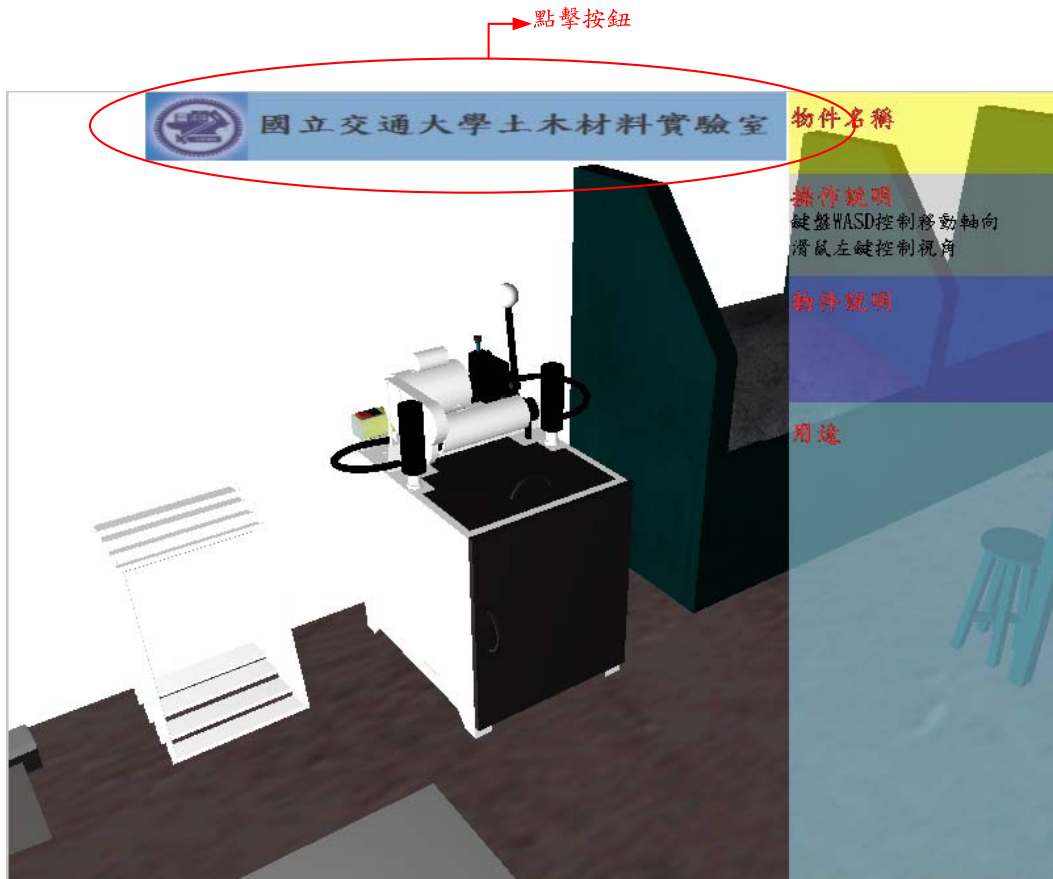


圖 4.8 點擊上方土木材料實驗室大標

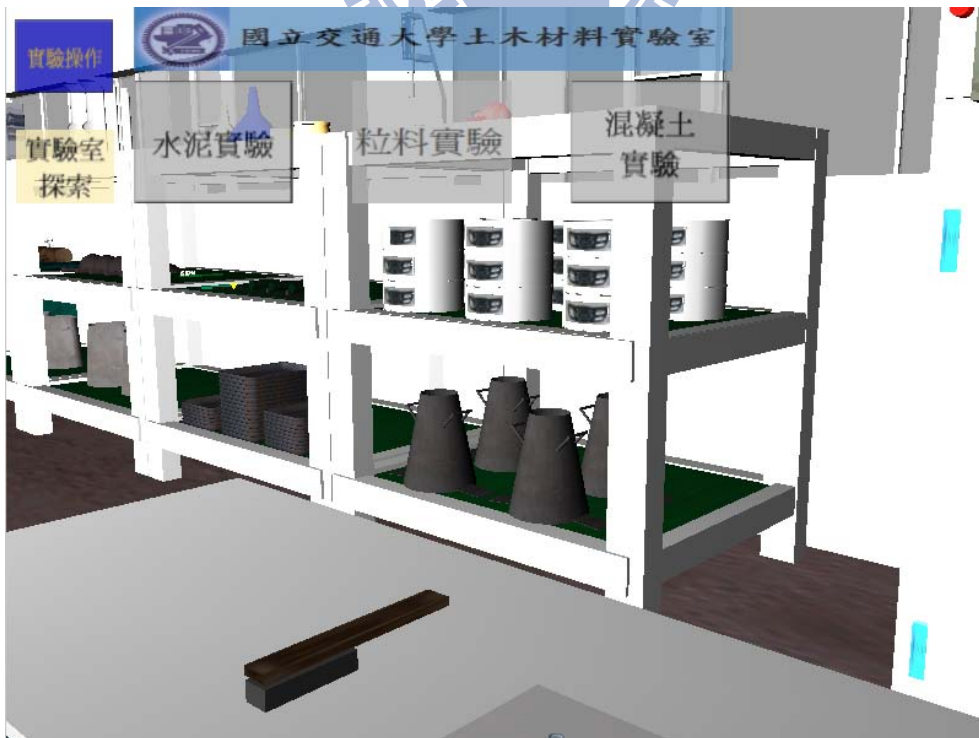


圖 4.9 材料實驗或實驗室探索按鈕



圖 4.10 搜尋提示文字



圖 4.11 實驗儀器搜尋顯示

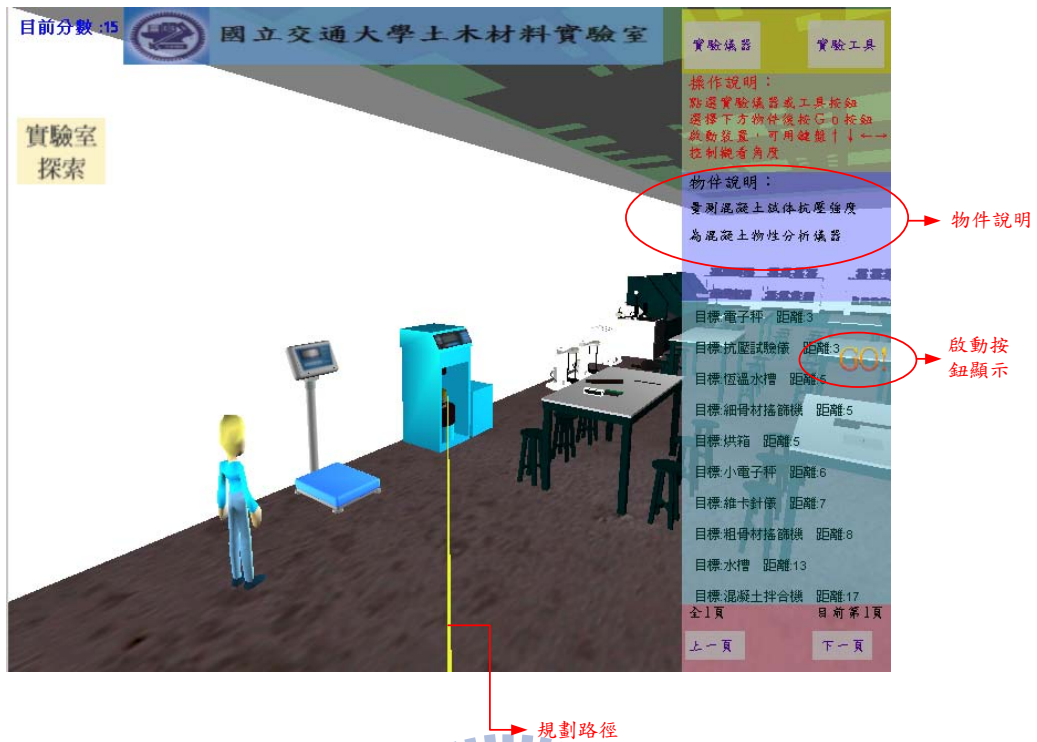


圖 4.12 點選抗壓試驗儀

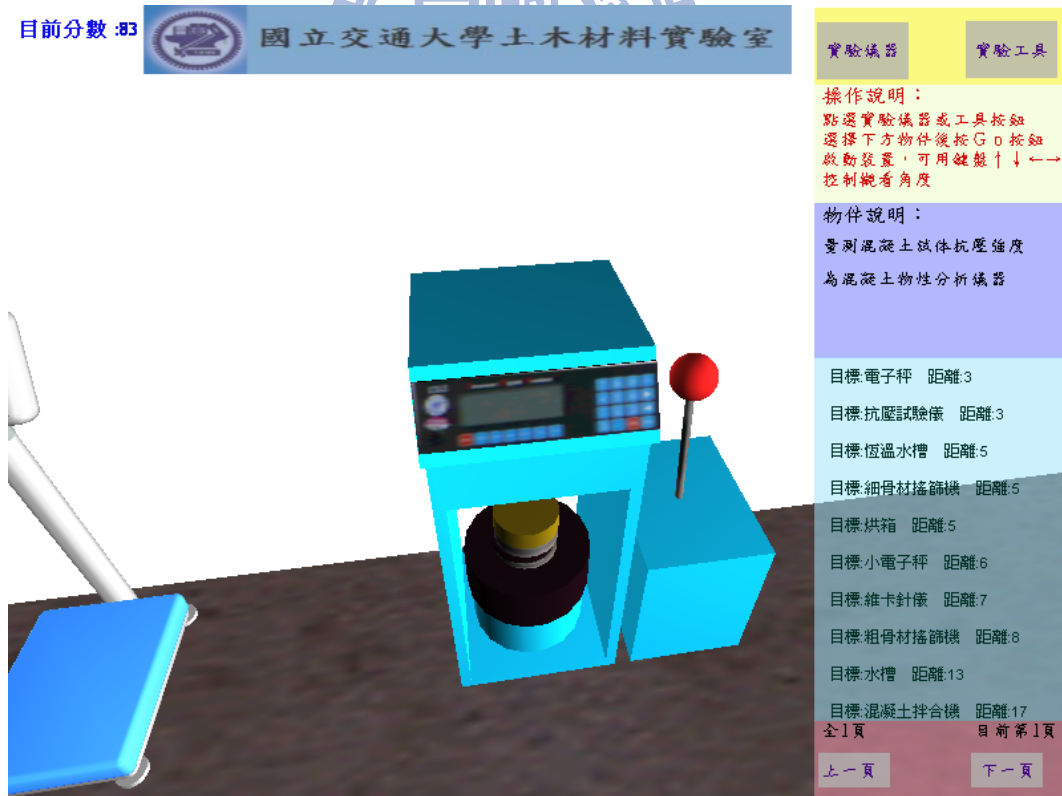


圖 4.13 移動至抗壓試驗儀

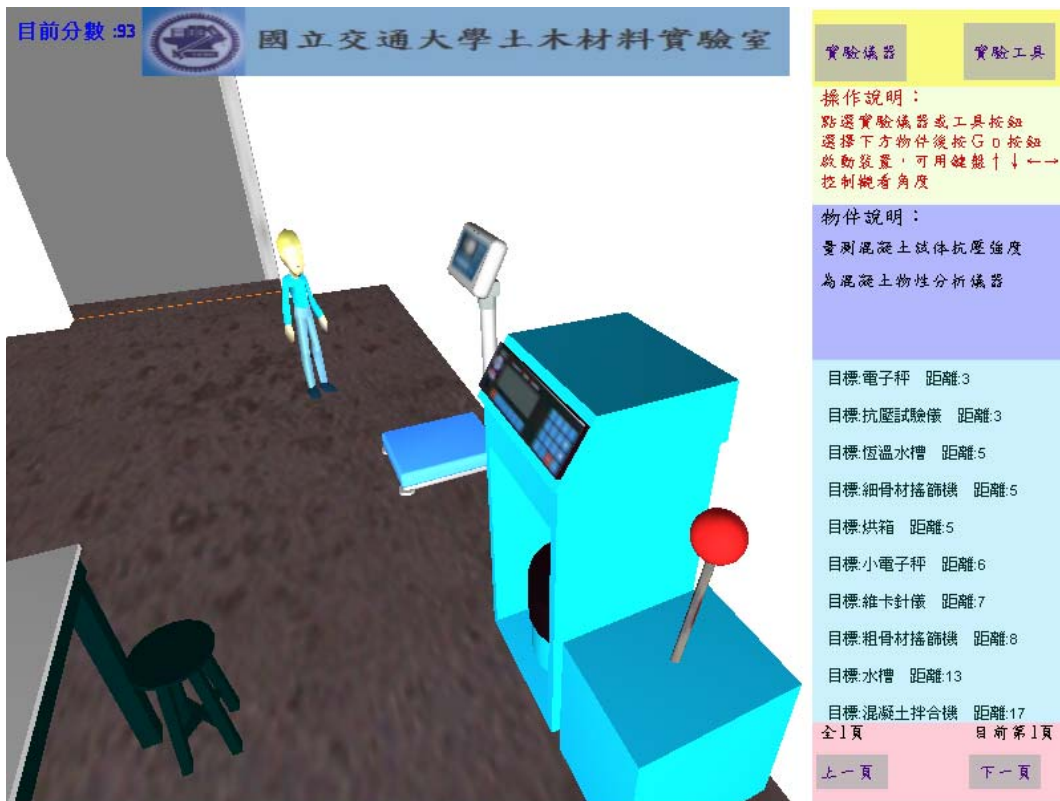


圖 4.14 控制觀看角度為抗壓試驗儀右方

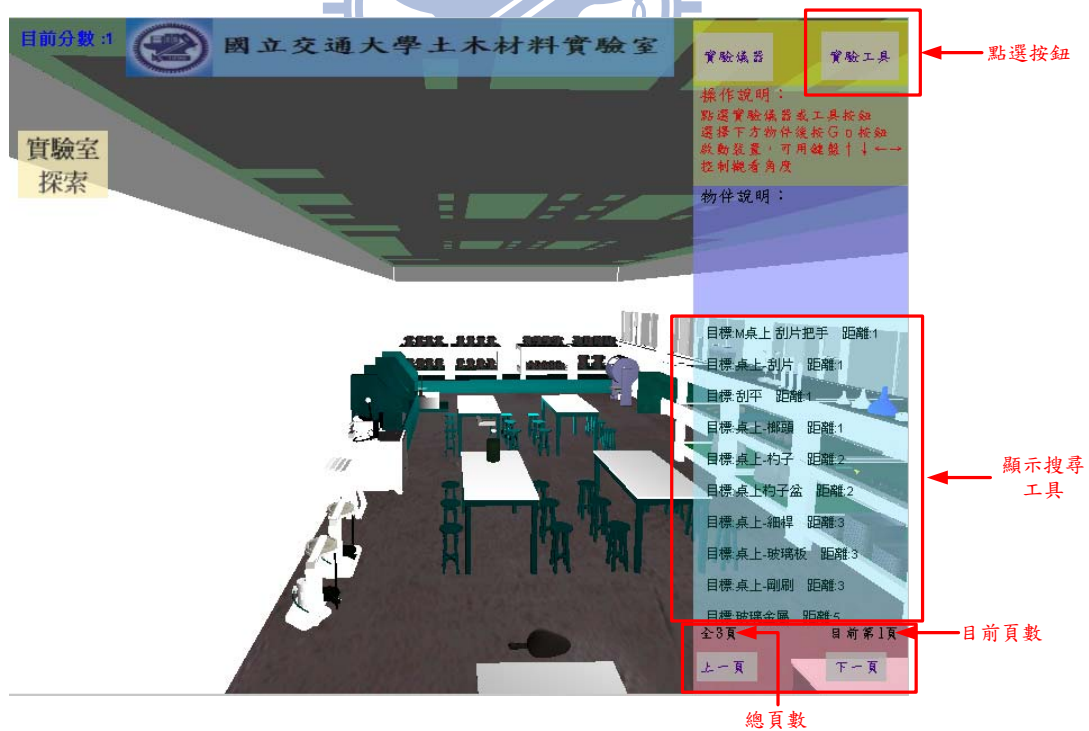


圖 4.15 實驗工具搜尋顯示

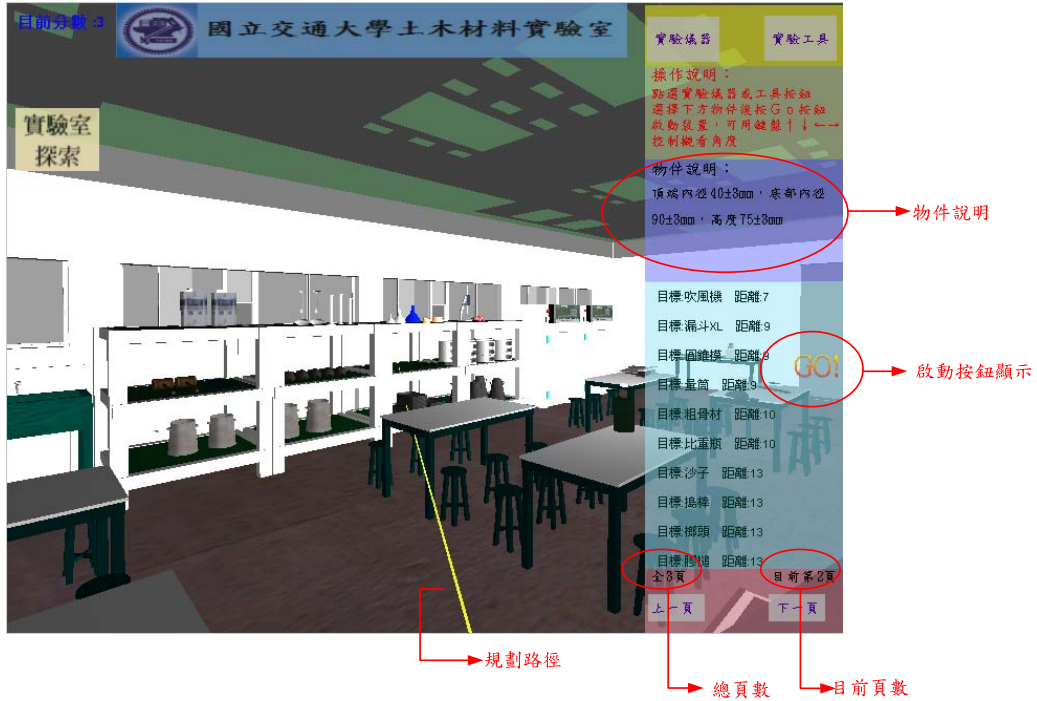


圖 4.16 點選圓錐模

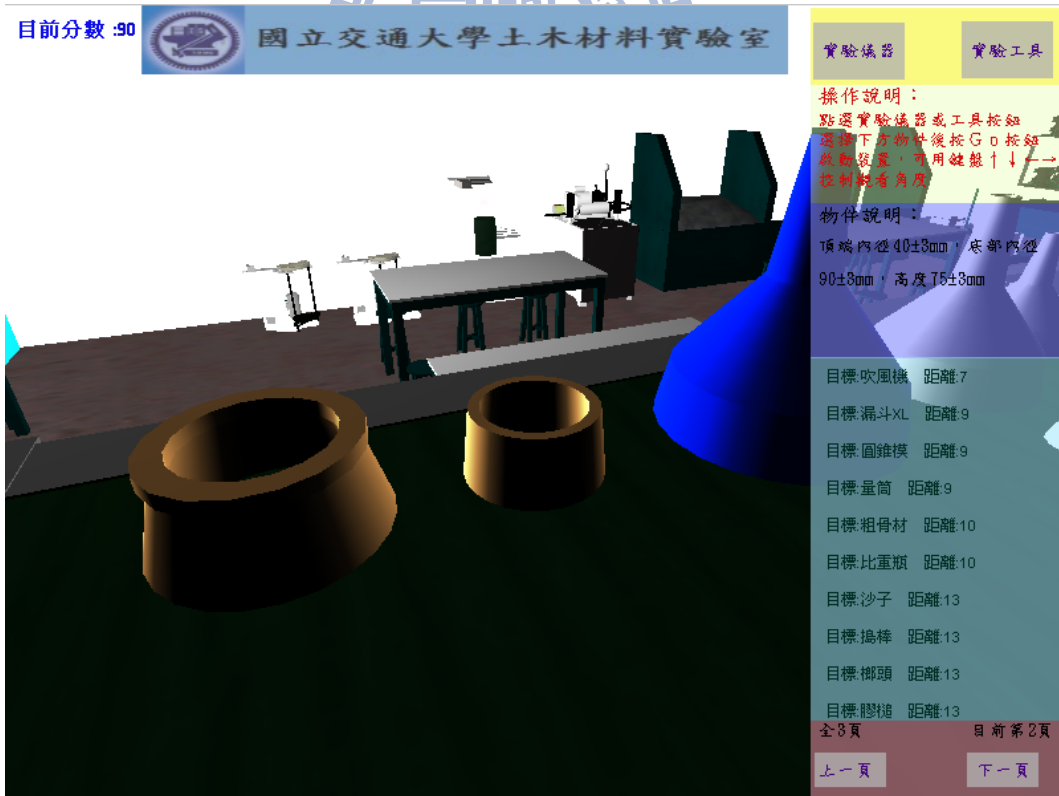


圖 4.17 移動至圓錐模

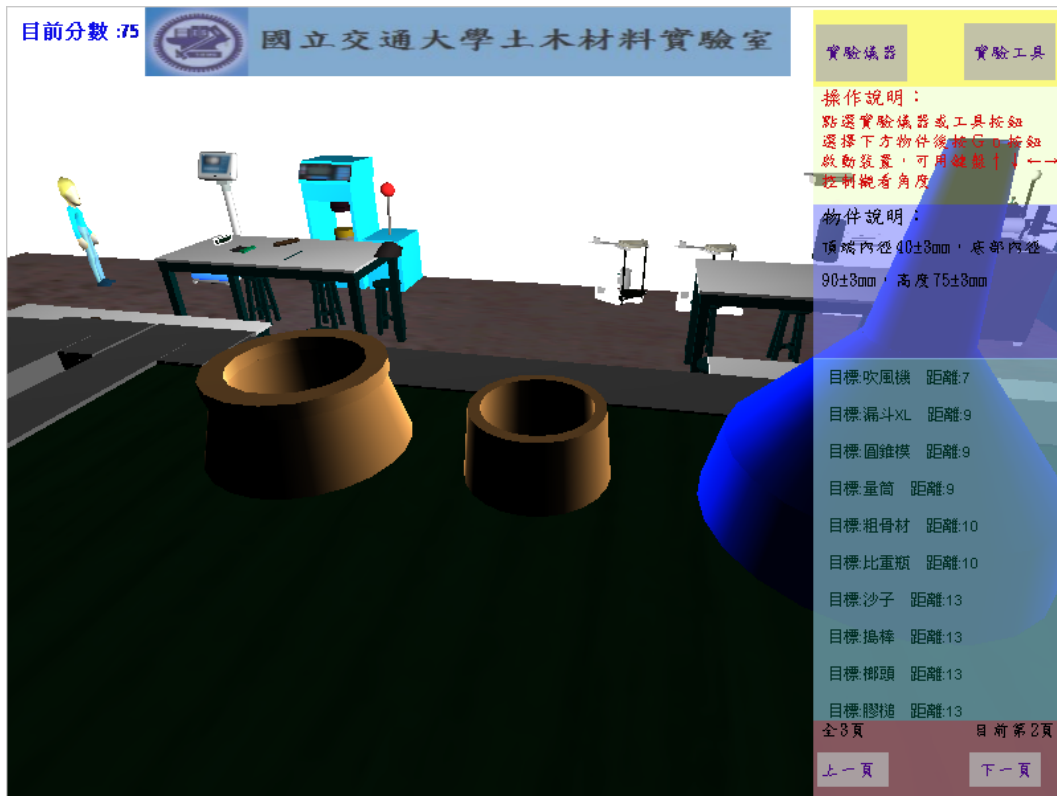


圖 4.18 觀看角度為圓錐模右方

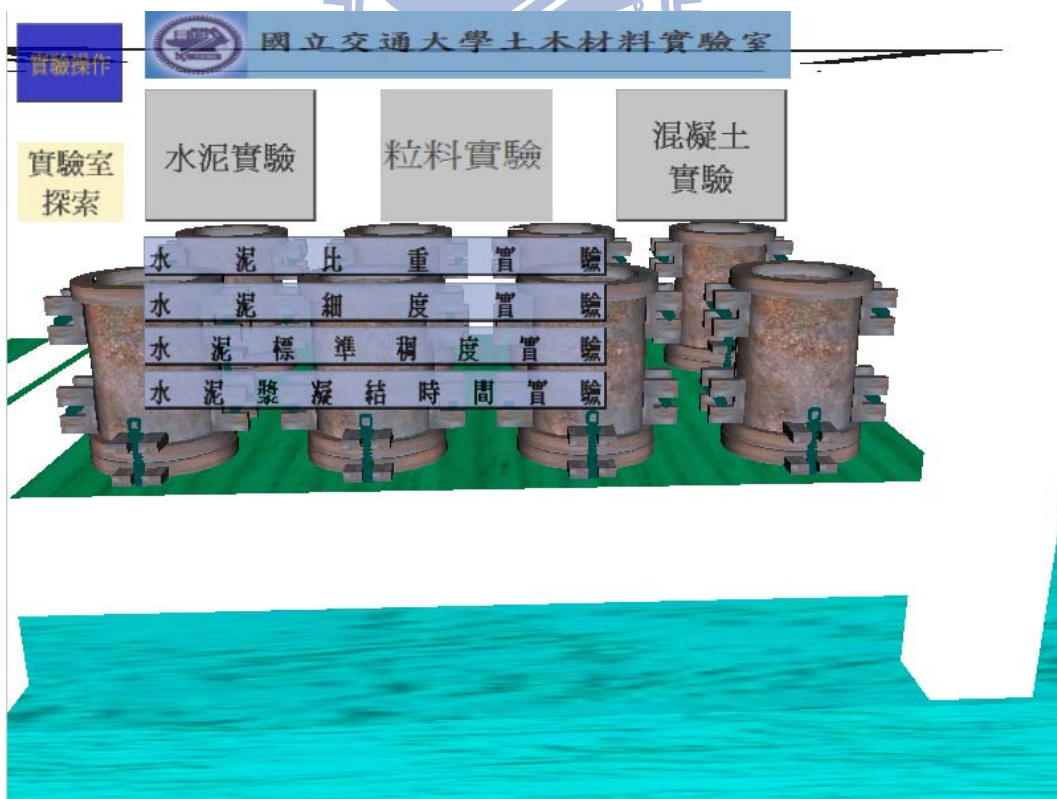


圖 4.19 水泥部份實驗

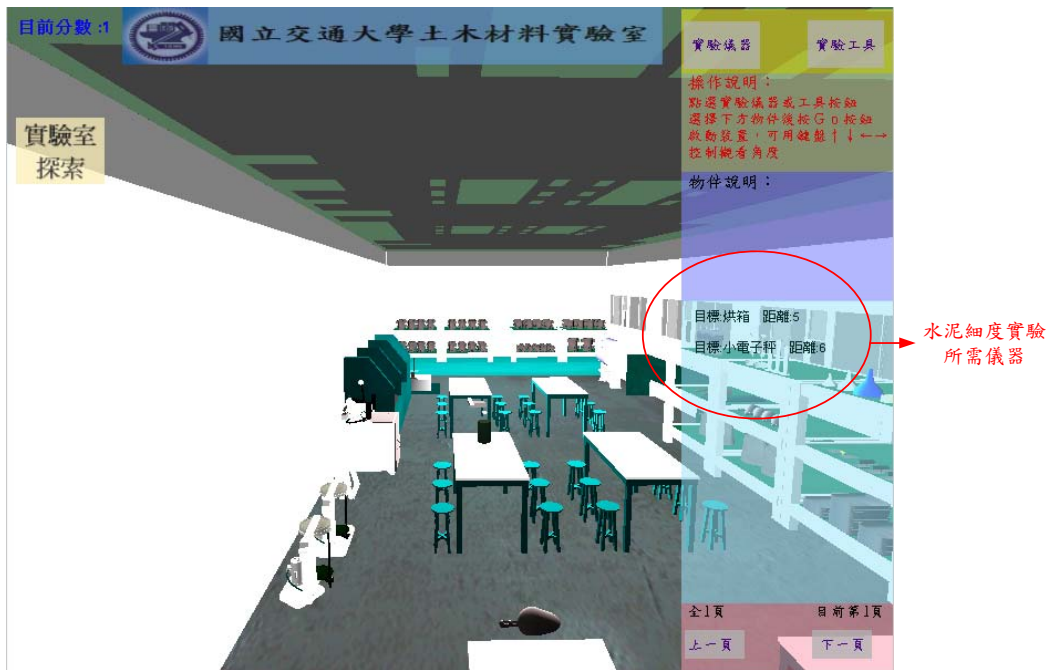


圖 4.20 水泥細度實驗所需儀器



圖 4.21 移動至小電子秤

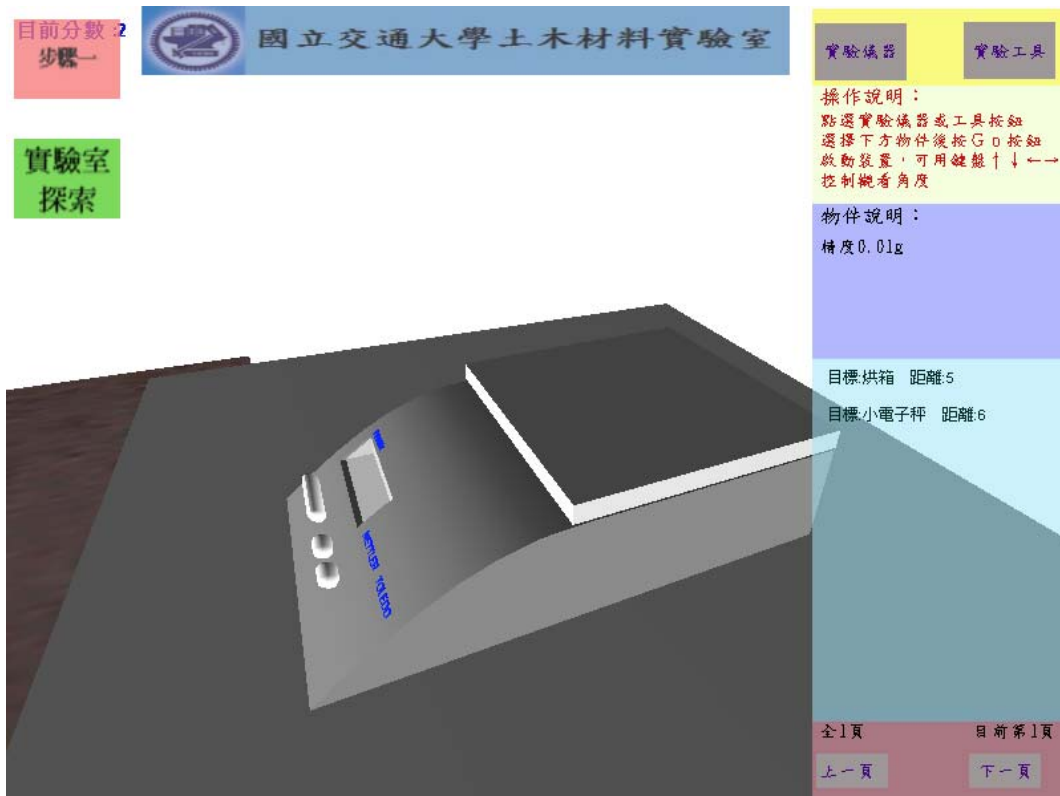


圖 4.22 觀看角度為小電子秤右方

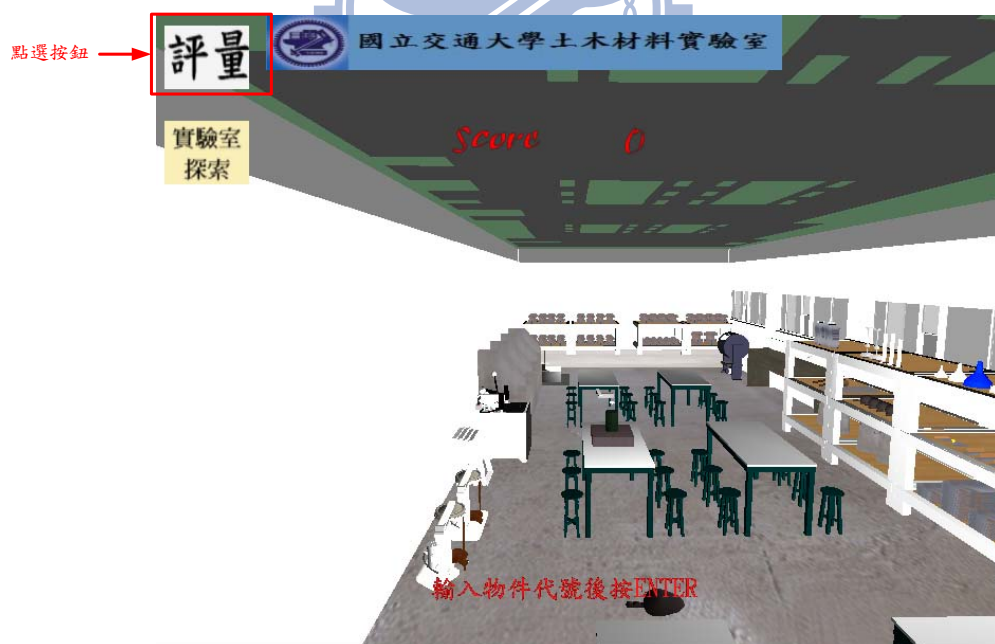


圖 4.23 點選左上方評量按鈕

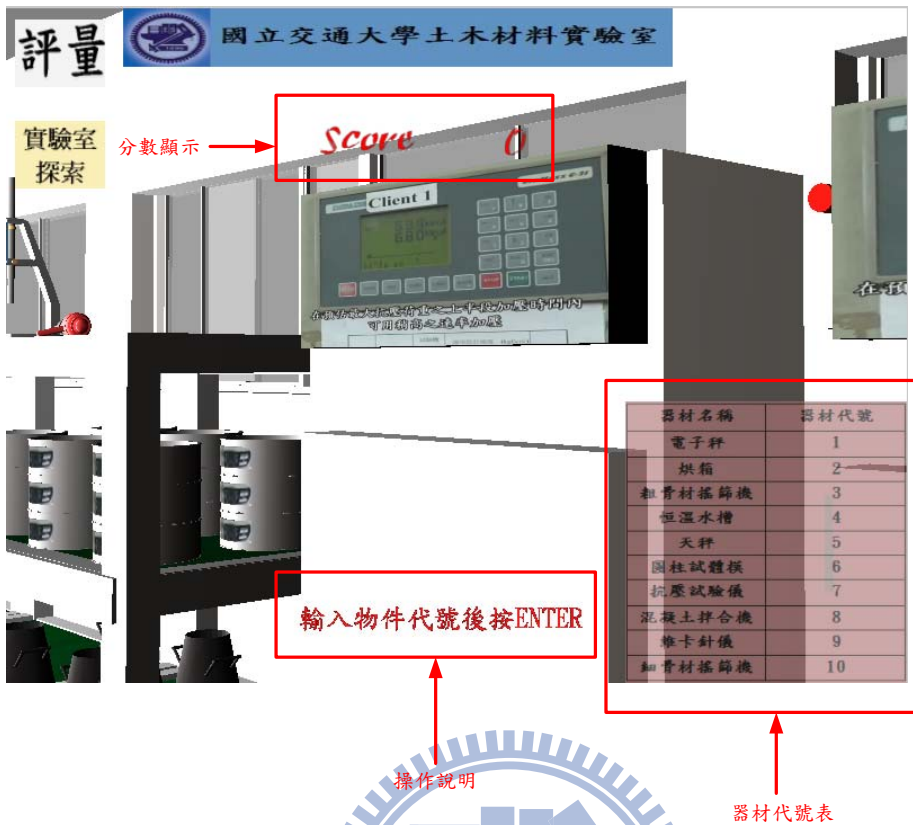


圖 4.24 評量測驗開始



圖 4.25 輸入正確器材代號



圖 4.26 輸入錯誤器材代號



圖 4.27 測驗結束提示文字



實驗室
探索

評量分數 100

← 最終分數顯示

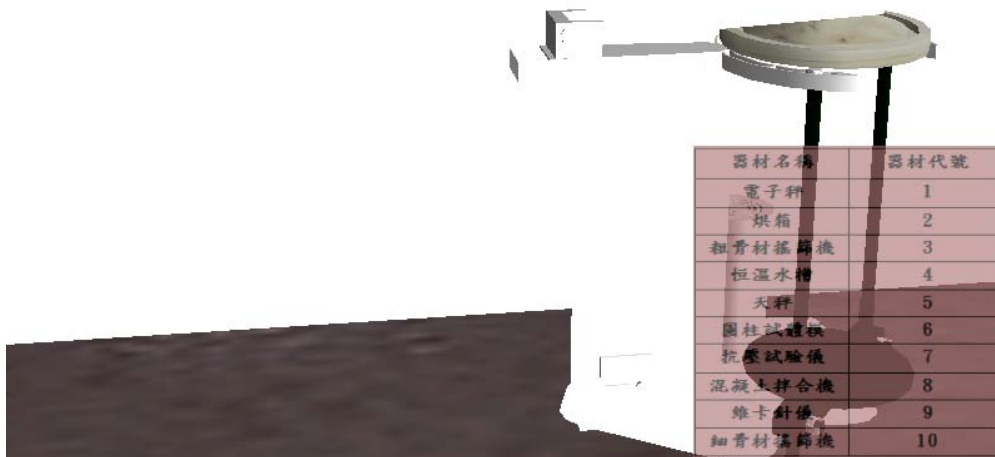


圖 4.28 最終評量分數顯示

