

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

營建專案發包管理教育訓練模擬系統之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2516-S-009-001-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立交通大學土木工程學系(所)

計畫主持人：曾仁杰

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 28 日

營建專案發包管理教育訓練模擬系統之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫
計畫編號：NSC 93- 2516 - S - 009 - 001 -
執行期間： 93年 8月 01日至 94年 7月 31日

計畫主持人：曾仁杰
共同主持人：
計畫參與人員：黃勢芳、王世旭

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢
 涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：

中 華 民 國 九 十 四 年 十 月 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

營建專案發包管理教育訓練模擬系統之研究(I)

Simulation-Based Training for construction Procurement Management (I)

計畫編號：93-2516-S-009-001-

執行期限：93年8月01日至94年7月31日

主持人：曾仁杰 交通大學土木系教授

計畫參與人員：黃勢芳 交通大學土木系博士班研究生

王世旭 交通大學土木系博士班研究生

一、中文摘要

營建管理訓練除了包含許多學術理論及技術之介紹外，尚須搭配在現場工地之實務應用始能完整。然而，大部份的營建管理課程設計往往假設學生已具備足夠之營建工程實務經驗，而較缺乏實務應用之訓練。目前部分學校雖已規劃營建實習課程，唯訓練期程過短，且一般營建企業多視實習學生為工讀生，實習學生甚少觸及營建專業領域或決策性之業務，造成實習無法達成預期之效果，因此大部分營建管理相關科系學生畢業後，仍需於業界長期之實務養成訓練始有機會接觸決策性之工作。本研究以營造廠商最主要之決策管理作業分包為例，建立具多人線上連線功能之專案分包管理模擬教學系統，透過遊戲假設之虛擬化市場，由學生扮演營造廠商之角色，進行競標、評估及挑選供應協力廠商，學習分包方式之工程專案管理。本研究開發之系統運用了智慧型代理人技術，並利用隨機機率模擬不確定性事件，訓練遊戲者決策及反應能力，並增加遊戲的不可預測性。同時也建置網路市場上的虛擬營造廠商及供應商，增加遊戲不可聯合壟斷性。

關鍵詞：專案發包管理、輔助教學系統、智慧型代理人、電腦模擬

二、英文摘要

The construction management education requires both academic and field training. However, most construction

management program assumes that students already have sufficient field experience, and have not emphasized on the field training. Although some programs have required students to participate in summer internships, the effect is limited because of the intern duration is usually short and intern students have little opportunity to be involved in business decision making. Consequently, construction management graduates often require long period of job experience to be competent in business decision making. This research uses the major decision making task of construction firms, i.e., tendering management, as an example, and intends to develop a multiple-player simulation game for education training purpose. The web-based game sets up a virtual market on the Internet that allows students to play the role of construction firms by bidding projects, evaluating and choosing suppliers, carrying out the projects, and responding the dynamic risks occurring in simulated execution phase. The developed system is expected to provide a means for students to gain practical decision making experience. The system uses intelligent agents and probabilistic simulation to train the decision and response ability of the players while providing unpredictability. The system also builds virtual contractors and suppliers to avoid opportunistic under-table alliance.

Keywords: Project tendering management, Computer-aided education, Artificial intelligence, Simulation

三、前言

管理學科訓練內容，著重學生是否能夠瞭解管理資訊系統相關技術，例如成本會計方法、經濟分析、工業心理學原則、人力資源管理等技術，此為營建相關科系(土木、營建及建築)學生進入營建業界後，最常應用之管理技術。然營建管理技術包含大量經驗性之情境知識(曾仁杰 1998)，講者透過口頭講述甚至配合圖片說明等教學模式，對於無實務經驗在學學生之知識吸收能力無疑係重大考驗，且即便學生可瞭解營建實務講授之內容，因缺乏實務操作之經驗，對於已吸收之實務知識容易遺忘，因此大部分營建相關科系學生畢業後，需於業界重新學習土木實務之技術及方法，形成學校教育與實務需求之落差，造成營建高等教育系統之低效率。

目前部分國內外大學之營建相關科系，已開始注意在學學生之營建工程實務知識缺乏之問題，部分學校(如交通大學營建管理組)已規劃暑假期間之實習學分及營建實務專題，要求在學學生利用寒暑假時間及專題報告資料蒐集之機會，參與工程營建之過程，增強學生對於工程實務知識之瞭解，唯在此種短期訓練過程期間，學生對於營建工程之參與最多僅有 1~2 個月，然完整之營建工程專案執行則需時 1~2 年，因此參與實習之學生，可能僅對於營建生命週期之特定作業項目較具認識，然其他營建作業項目之內容仍無法瞭解，此外因學生僅進行短期實習，一般營建企業多視實習學生為工讀生，因此協助處理之作業，常為影印、文書處理及公文傳遞之一般性作業，甚少觸及營建專業領域之業務，造成營建實務實習無法達成預期之效果，營建在學學生之實務知識仍缺乏窘境。

部分教育學者，已著手開發營建工程教育之電腦遊戲軟體，期望發展更具效率且經濟之營建實務知識培訓機制，提升學生對於營建實務知識之理解能力，並符合營建情境式知識特性之教學輔助系統，如 Herbsman(1986)發展之土木工程專案管理遊戲(Civil Engineering Project Management Games, CEPMG)、商業遊戲 Business Game 之類(Andlinger 1958; Graham and Gary

1969)、建造遊戲 Building Construction Games 之類(Au and Parti 1969)、營建管理遊戲 Construction Management Games 等。

唯目前營建工程教學軟體中，單機版程式方具模擬功能系統，無法提供多人同時連線之機制，學習者無法比較不同管理決策對於作業結果之影響，且亦無法於系統內與真人進行互動合作或競爭(例如策略討論)；具 Web-based 之營建線上訓練系統，則不具備系統模擬功能，系統通常僅能顯示答題結果之是或否，因此整合兩種營建教育系統之功能優勢，提供具多人線上連線功能，應係未來營建教育訓練軟體重點發展方向。

營建專案發包管理作業，係為工程執行之規劃藍圖基礎，顯著影響工程執行績效，因此營建發包管理之訓練，應為營建管理人才培訓之重點學程，故本研究擬針對營建專案發包管理之教育訓練內容，建立具多人線上連線功能之專案發包管理模擬教學系統，透過虛擬教學環境提供之價廉科學實驗空間，配合使用者獎勵機制，引發學習者興趣，增進學習速度及效果，結合專案發包管理之理論及實務，消弭營建學校教育與實務需求落差，提升營建專案管理教育之效率及效益。

四、研究目的

本研究為建立符合我國營建實務環境之網路遊戲式教學軟體，提供大學部學生及碩士一般生，藉由情境遊戲，在實際操作及決策過程中，學習營建專案之過程及培養管理營建專案之能力，未來更可供跨校競賽使用。本研究目的如下：

1. 培養學生熟悉備標、詢報價、競標及施工管理中之選商、議價、分包管理、現金流量管理、風險管理及處置之工程專案各類作業過程。
2. 培養學生在工程專案管理各階段的決策能力，例如在特定情境下，學生應改挑選價格較便宜、準時完工機率較高、或品質較高之包商？
3. 評估電腦模擬相較於傳統教學，在營建管理教育上之訓練成效及學習滿意度。

五、文獻回顧

本研究將探討現在應用科技進行之電腦輔助教學與網路學習方式等，並分析營建管理相關電腦輔助教學之模式，以期發展適合營建分包管理之教學方式。

1. 營建管理遊戲式電腦輔助教學軟體

遊戲式電腦輔助教學軟體，對於在學生進行營建實務之教育訓練，係透過電腦系統對於營建執行目標之過程模擬，利用實務常見之工程狀況以低廉之訓練成本，使在學學生迅速瞭解工程執行過程所遭遇之問題及管理關鍵。目前遊戲型之教育訓練有土木工程專案管理遊戲(Civil Engineering Project Management Games)、商業遊戲(Business Game)之類、專案管理遊戲(Project Management Games)之類等。以下分別敘述各類之訓練目的、方式與內容。

(1) 土木工程專案管理遊戲

此類遊戲是根據現實情形模擬工程面臨挑戰的問題，目前國外已有結合模擬式及遊戲式之營建電腦輔助教學之軟體系統，如 Herbsman(1986)針對土木工程專案管理之過程，開發出對 CEPMG 之教學系統(Civil Engineering Project Management Games)，該系統之流程架構如圖 1 所示。

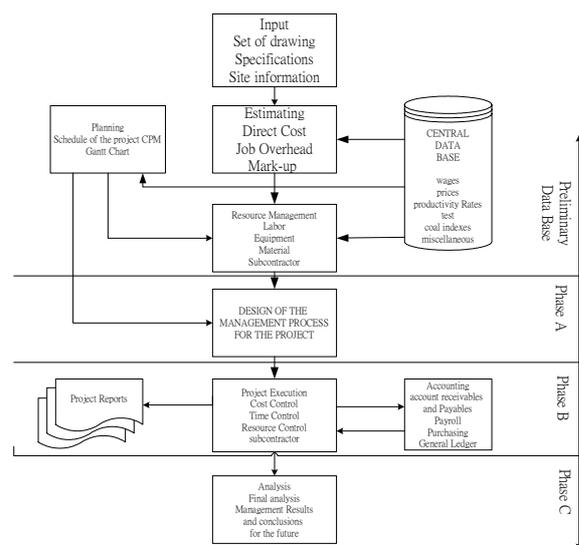


圖 1 CEPMG 概念流程圖

資料來源(Herbsman 1986)

由圖 1 可知，CEPMG 系統將土木工程專案管理流程分為四個部份，初始資料

庫(Preliminary Data Base)、階段 A(Phase A)、階段 B(Phase B)及階段 C(Phase C)等。其目的訓練學生成本與進度規劃能力，並透過該軟體模擬土木工程專案執行過程之資源變化情況，考驗學生工程資源規劃之能力，藉由學生與電腦間之互動，學生可獲得與實務情況相似之工程管理經驗，再經由教師指導及同儕間之討論，可大幅提升學生對於工程管理實務問題之瞭解。另外 Veshosky(1991)等人在 Lehigh 大學土木工程系進行土木工程專案管理訓練之課程，課程分兩階段上半段課程是在業界找一些代表性公司與勞工在課堂當講師討論業界實務事件跟問題，下半段課程設計一個虛構工程並在課堂模擬專案進行過程。

(2) 商業遊戲

Bushell(2004)認為商業遊戲 Business Game 是一種模擬商業公司追求利益與商機進而互相競爭的遊戲。商業遊戲的強項在於提供主要真實商業情況之系統，系統含有競爭與風險變化之環境，在這樣虛擬的環境中可引發學習者高度積極參與，且發展這樣的教學技術也可改善個人與團體在學習上之表現。Bushell(2004)認為商業遊戲在管理教育方面是一個最有用的教學方式，這類遊戲廣泛被大專院校或是商業界等使用於管理教育方面。

在營建競爭市場中能立於不敗之地，最重要的觀念之一發展出自己的得標策略，以確保能持續獲得工作和增加市場佔有率(Nassar 2002)。根據這樣之概念 Nassar(2002)發展一個模擬遊戲，遊戲的目的是比較市場佔有率(Market Share)與標價(bidding price)之間對於承包商能否獲得更多工作之重要性。

遊戲者假扮四組承包商進行競標，總共進行 12 季，每一季(Quarter)承包商需決定標案付款項目之價格，價格會決定承包商贏得之工作數量，工作數量可贏得更多工作及確保市場佔有率，較低標價可以有較高之價格因素(price factor)與贏得更多工作，工作數量多寡也代表承包商在市場之佔有率，高市場佔有率與高價格因素(price factor)將使得承包商能獲得更多利潤。其利

用 Microsoft Office 的 Excel 進行遊戲，其畫面如圖 2 所示。

Round	Average Price	Total Team sales	TEAM ONE				TEAM TWO				TEAM THREE				TEAM FOUR			
			Bid Price	Market Share	Price Factor	Sales	Bid Price	Market Share	Price Factor	Sales	Bid Price	Market Share	Price Factor	Sales	Bid Price	Market Share	Price Factor	Sales
0	10	4000	10.0	0.25	0.1	1000	10.0	0.25	0.1	1000	10.0	0.25	0.1	1000	10.0	0.25	0.1	1000
1	9.205	5648.1	6.0	0.25	0.2557	2556.9	8.0	0.25	0.118	1183	6.0	0.25	0.144	1436	14.0	0.25	0.047	469.6
2	9.7517	10861	5.0	0.4527	0.3901	7063.4	6.0	0.2095	0.27	2266	6.0	0.2546	0.152	1552	20.0	0.0331	0.024	81.09
3	11.4912	3189.2	12.0	0.6444	0.0796	2056.9	11.0	0.2066	0.096	799.9	15.0	0.1416	0.051	269.3	6.0	0.0074	0.18	53.13
4	13.2478	4046.8	12.0	0.645	0.092	2373.4	14.0	0.2477	0.068	670.5	7.0	0.0907	0.27	980.8	20.0	0.0167	0.033	22.07
5	12.7115	3755	12.0	0.5865	0.0883	2070.9	13.8	0.1657	0.066	439.4	10.0	0.2424	0.127	1232	15.0	0.0055	0.096	12.32
6	14.1462	3583.7	12.0	0.5515	0.0862	2167.1	14.6	0.117	0.067	311.3	13.0	0.3282	0.084	1099	17.0	0.0033	0.049	6.426
7	9.78624	3476.2	12.0	0.6047	0.068	1643.8	5.1	0.0869	0.37	1295	15.0	0.3066	0.043	533.5	7.0	0.0018	0.2	14.32
8	9.51856	3704.9	12.0	0.4729	0.0661	1250.3	9.1	0.3695	0.116	1709	9.0	0.1535	0.118	721.3	8.0	0.0041	0.149	24.51
9	13.4081	3886.9	12.0	0.3375	0.0931	1256.9	13.5	0.4612	0.072	1331	9.0	0.1947	0.166	1289	19.0	0.0066	0.037	9.83
10	13.0965	6351.2	12.0	0.3234	0.0909	1176.4	6.4	0.3424	0.321	4399	15.0	0.3317	0.058	772.2	19.0	0.0025	0.036	3.67
11	12.8626	7516.9	12.0	0.1852	0.0893	861.79	7.5	0.6926	0.232	6420	12.0	0.1216	0.069	434.4	20.0	0.0006	0.032	0.743
12	10.1137	12148	12.0	0.038	0.0702	247.34	5.5	0.8541	0.34	1181.2	9.0	0.0576	0.125	268.6	14.0	1E-04	0.052	0.204

圖 2 商業遊戲畫面展示

資料來源(Nassar 2002)

遊戲勝負關鍵在於獲利的多少，而獲利為(每噸之利潤)*(全部工作數量)，而總計 12 回合後最多獲利者為贏家，其中每單位工作利潤由學習者主觀決定，而多次遊戲後統計發現工作數量與價格因素成正比。Nassar(2002)認為這樣的遊戲，受限於只能分為四組人參與無法增加多組人數共同進行，未來可應用網路改善。

(3)專案管理遊戲(Project Management Games)

針對整合工程問題，Cabral(2004)及 Rounds(1986)運用電腦輔助教學方式(如圖 3)，在網際網路環境上，模擬專案管理過程進行學習，並認為將學生置身於一種情境式虛擬環境中，進行專案管理技術之學習，遊戲名稱就稱為專案管理遊戲。

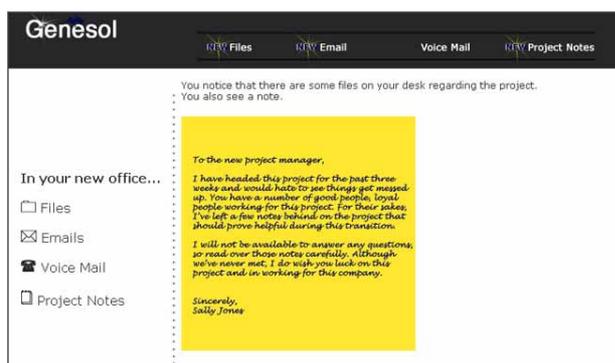


圖 3 專案管理遊戲畫面

資料來源(Cabral 2004)

Cabral (2004)所設計之遊戲要求學生扮演成專案經理解決工程需要決定之障礙或陷阱。遊戲適合年齡 20 至 60 歲之間的人學習，學習者可能需要一些專案管理的常識或是工作經驗，遊戲將進行一個月，

教師(遊戲之發起人)以檔案、電子郵件、語音郵件、影像等方式通知學生專案內容，專案時間表與工程預算等資訊。遊戲設計各種不同工程問題與工程可能有之陷阱，利用選擇題之方式要學生選擇答案，如圖 5 所示，當學生做出選擇後，教師會告訴學生所選擇答案之結果，並告訴學生這結果所產生之問題，當學生再做出選擇後，教師會告訴學生所選擇答案之結果，並要求學生解釋自己為什麼選擇這樣的答案，經過兩回合之問答過程，最後老師與學生在課程討論每位學生所做之回答，並選出最佳解決方式或是處理方法。

Rounds et al.(1986)根據現實營建業之專案資料設計成電腦模擬遊戲，讓學生進行專案管理訓練，遊戲是在 DOS 的介面下利用 Fortran 77 軟體所寫成，訓練學生如何利用人員資源調度，維護工程預算並掌握工期。

2.營建電腦輔助式教學之分析

本研究計劃發展適合現在營建管理電腦輔助教學方式，分析前節所述之營建電腦輔助教學之方式發現，營建管理遊戲式教學大多還採用其他方式配合，不過只有 Nassar(2002)的商業遊戲以小組方式由競爭中獲得刺激與學習慾望，各營建管理電腦輔助教學遊戲特性如表 1 所示。

表 1 營建管理電腦輔助教學遊戲特性

作者	教學類型 I	教學類型 II	特定規則	身心娛樂	勝負輸贏	
					單人	小組
Herbsman(1986)	遊戲式	練習式	●	●	—	—
Veshosky(1991)	遊戲式	—	●	●	—	—
Nassar(2002)	遊戲式	—	●	●	—	●
Cabral(2001)	遊戲式	模擬式	●	●	—	—
Rounds(1986)	遊戲式	輔導式	●	●	—	—

●表示有該項功能

本研究整理所收集之文獻發現遊戲式營建管理教學適合於加強技能、其次是知識傳播，合作與國際競爭力促進整合專業之方向較少，隨著年代之演進電腦輔助教學之應用逐漸偏向網路之應用，而 Nassar(2002)也認為單機操作受限於參與人數，應用網路可改善教學品質，表中所示幾乎營建管理相關電腦輔助教學之教材

都來自實務之資料，文獻案例大多採用實務上之各個不同區域之資料。

文獻中各研究範圍並未含標前之準備，且未考慮分包對工程之影響，隨著近年來工程分包為營建業管理之常態，營造業者管理重心都放在如何有效進行分包管理，故分包管理相關教材之研發將是未來營建管理電腦輔助教學值得研究之方向。綜合上述本研究開發之教學系統能有模擬現況、網路連線功能與競爭學習之整合機制，並增加學習效果與情境教學，可讓學生扮演業界角色(如專案經理、工地主任等)，學習該角色之工作內容，如此也可用於業界訓練新人，達成合作教學之課程。

六、系統功能介紹

目前本計畫已部份完成第一年度之營建專案「採購及發包管理」教育訓練模擬系統建置，學生可透過教育模擬系統，學習工程競標實務。茲說明第一年度執行成果如下。

1.教學目標

學習者需要熟悉電腦視窗環境與滑鼠鍵盤操作，最好具備大專程度以上之土木相關知識。本研究依營建實務作業內容，由營造廠商得到標單文件後分標前分包與標後分包訓練兩階段進行學習教學目標，本研究著重標前訓練，使學生建立自己分包與選商過程規劃，降低施工成本，提高獲利率，增加獲得標案機率。

2.教學環境架構

本系統是以營造廠廠商之角色扮演模式，所以設計遊戲時，以土木相關科系學生為學習者族群，設計適用劇情模式，引起學習者之共鳴，以下分別介紹遊戲背景、遊戲環境場所、角色設定與遊戲規則。

「台灣營建業環境景氣欠佳及工程專案大型化之特性下，營造廠商為節省固定成本，多將工程分項發包(如連工帶料、勞務提供或材料提供等方式)，由協力廠商負責主要機具、設備、材料及人力技術，營造廠商本身則著重在包商管理主，身為營造廠商又兼專案經理的你將需要在這種環

境下求生存，所以選擇適合之包商合作並做良好管理，已是公司是否能繼續經營之管理方式，趕快著手進行工作吧。」描述遊戲背景讓學習者了解遊戲之故事情節，背景為讓學習者更能融入情境，且背景需說明分包管理遊戲原則如下：

- (1)在預定完工期限內，盡量降低成本
- (2)選擇成本低、工率高之包商
- (3)與包商合作關係越好，報價越低
- (4)分包數量越多報價越低
- (5)若情況允許，分包項目應盡量以連工帶料方式分包，降低成本
- (6)累積越多施工經驗包商報價越便宜

而遊戲中影響分包管理作業之主要因素，如下：

- (1)包商優劣決定工程成敗
- (2)決標機制方式影響獲利標案之施工權
- (3)報價因子影響工程成本與增加獲利因素

依研究範圍可在遊戲環境訂出四個場所，分別為招標所、公司、銀行、市場等四個場所，以下分別介紹各個場所特性：

- (1)招標所：提供標案資訊處，在此處可獲得標案相關資料。
 - 尋找標案：學習者若要進行競標，在此處能獲得標案之工程概要，給付買標單費用(業主自行決定標單定價)，即可得到工程內容說明。
 - 得標通知：公佈得標之營造廠商，通知廠商可以準備進行專案施工階段。
 - 得標機制：本研究包含決標種類與說明。
- (2)公司：提供學習者檢視自己基本資料、規劃專案等資訊處。
 - 公司資料：學習者可檢視一些基本資料，如現有資金、資本額等。
 - 規劃工程：將備標之標單在此處做規劃。
 - 備標資訊：學習者已備標之歷史資料處。
 - 工地現況：已得標之標案施工狀況查詢。
- (3)市場：市場是收集情報以及尋求合作包商處，系統由不同之選商條件(品質、報價等不同)產生各種協力/供應商，此處提供學習者：
 - 包商詢價：詢問包商計價項目之價格及包商施工價格等。

- 包商資料：調查包商基本資料，如施作項目、工率、所在地等。
- (4) 銀行：當遊戲持續進行時，學習者可能因管理不良或是一次競標太多標案，需要資金週轉則在銀行可進行借貸與還款之行為融資，銀行之功能如下：
 - 當學習者資金不足，可向銀行融資借款，銀行根據學習者得標專案之專案成本之給予學習者專案成本金額 20% 借款，一個專案只能借款一次。
 - 同行借款：當資金於上述方式無法周轉，可向其他學習者借款，學習者之間可協調借款所須給付之利息。
 - 還款：當學習者獲利後，可向銀行還款，以減輕利息負擔，利息之比例可由系統管理者依情況自行決定利息之百分比。

3. 遊戲角色

遊戲中學習者扮演營造廠商之專案經理角色，主要規劃遊戲所設定之專案，設法取得專案，得標後尋找適合包商施作工程，由承包工程中獲取利潤累積財富。

4. 遊戲規則

- (1) 進入系統前先申請帳號與密碼方能進入系統，管理者輸入管理者帳號與密碼進入管理者功能設計介面；學習者輸入帳號與密碼進入遊戲主畫面，如圖 2 所示。
- (2) 管理者可隨時在網路上新增、修改或是刪除遊戲設計之專案資料、包商資料、不確定性事件資料、報價因子資料等。
- (3) 學習者初次登入遊戲，在功能列上點選公司選項之公司資料查看自己基本資料或點選招標所進入尋找標案的選項，開始尋求適合學習者之標案，若規劃完成則可規劃下一個專案。
- (4) 學習者選擇適合之專案後，系統會提供學習者工程概要、工作內容、工程限制、作業進度資訊與計價資訊等，學習者依系統提供之資料規劃專案。
- (5) 系統提供工程概要說明專案基本資料，如工程名稱、地點、業主等。工程內容、工程限制與作業進度資訊提供學習者組織模組網圖作業關係，計價資訊則提供學習者進行分包作業，分包後則向系統

- 虛擬之包商詢價與詢問包商對分包項目之施作天數，規劃專案成本與工期資訊。
- (6) 決定成本後，學習者需決定工程之管理費用與利潤佔工程之百分比，訂出投標價，並送至系統進行決標，直至決標日期公佈得標訊息後，完成專案規劃便可進行下一個專案之規劃。
 - (7) 系統有三種決標機制，詳情請至招標所之得標機制查詢，得標審查決標價、工期、競標資格與作業關係，若競標資格與作業關係不符合則淘汰資格，符合資格者依得標機制選出得標者，得標者能進行施工模擬。
 - (8) 學習者每下一次決策，決定一個月施工情況，在兩小時內可下多次決策，可以提早知道完工結果，但施工模擬採回合制，現實每兩小時系統統計一個月專案應施作之工期與成本，所以每月付款或計價都會對應每月付款期時間才給付，雖然可以先得知專案現金流量，然真正可以得到款項，還是需等至模擬時間與現實時間吻合當月應得款項才能獲得。
 - (9) 模擬結束後順利完成系統給予學習者獎勵反之則損失現有資金作為懲罰，得標者獲得所估之利潤虛擬錢幣，且決標價為得標者之累積承攬金額，做為施工經驗，視標案是否有趕工獎金，當進度超前可給予學習者獎金鼓勵。
 - (10) 學習者扮演營造廠商進行遊戲，按現在營造廠商規模分甲、乙、丙三等，一開始學習者皆為丙級廠商，當符合資格系統自動升等。
 - (11) 具甲級營造廠資格之學習者，可競標任何工程專案；具乙級營造廠資格之學習者，可競標乙級及丙級之工程專案；具丙級營造廠資格之學習者，僅可競標丙級工程專案，因此配合學習者資格等級升級之機制，將可使得學習者不斷使用本系統進行分包管理模式之學習。
 - (12) 當次月應付款大於現有資金時可向銀行或是學習者借款，借款方式於系統之銀行環境說明之。
 - (13) 系統 24 小時開機，但每日 9:00 AM 自動計算需進行專案作業變化，至 9:30AM 後學習者才可使用直到至隔日早上 9:00AM。

七、系統畫面展示

1. 管理者介面

進入網站後系統會要求輸入帳號與密碼，若要進入管理者畫面，輸入管理者內建之特定帳號與密碼，即進入遊戲之管理者介面，如圖 4 與圖 5 所示：



圖 4 登入畫面



圖 5 管理者介面

在標案資料庫下點選新增專案即進行新專案之內容架構，在同一張網頁管理者需輸入工程概要與需要模組如圖 6 所示。填入工程概要與需要模組種類與循環次數後圈選核可方塊，即可編組工程內容與模組間作業關係，系統會根據所選模組，從作業模組資料庫取出已內建之作業，供管理者組織工程內容，如圖 7 所示。



圖 6 工程概要與需要模組



圖 7 工程內容與工程限制編輯

管理者應用所需之模組編輯工程內容，因模組與模組間無任何關聯，所以可依需要編輯作業關係，圖 7 中工程內容管理者設計專案需先開始填土後才可鋪設道路級配，所以在道路級配之前置作業輸入 (DA03,SS) 之作業關係，而其他作業關係為系統內建之關係。管理者所設定之前置作業與關係為專案進行之標準過程，為審核學習者是否按工程內容輸入正確作業關係，系統將逐一比對，當學習者不符合時作業關係設定時，刪除得標資格。決定關係後需輸入各項作業之作業數量，按下確定鈕後則進入填模組計價數量，輸入土方量與道路工程(瀝青)之計價數量(如圖 8)。

輸入作業數量按總計系統會估算專案所需成本，管理者可概估學習者可能會增加之管理費、利潤等金額，再填入專案工程概要之底標價，做為決標之依據，決定底價後需概算工程所需工期，遊戲設置三個按鈕讓管理者決定工程之工期，如圖 9 所示，系統提供專案最長工期、平均與最短工期，分別為取典型工期一天最多施作數量、平均數量、最少數量來幫助管理者判斷是否降低專案規劃之難度或是提高難度，因學習者一定要在管理者規定之完工時間完工，否則喪失得標資格。

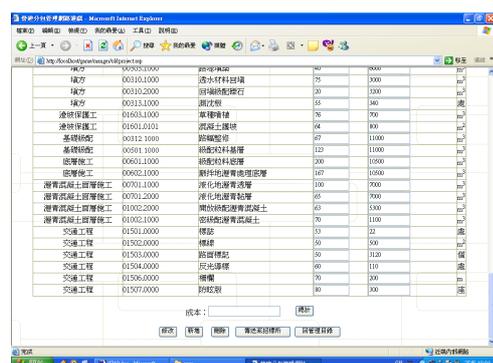


圖 8 模組數量輸入



圖 9 工程工期設定圖

圖 10 為管理者按下平均工期按鈕後，每一個作業項目依數量與典型工期計算出每一個作業完工所需天數。當作業項目顯示工期後，按下匯入 Project 則將資料匯入 Project 計算工期，再匯出成資料庫格式(Access)，儲存於資料庫中，管理者可在工程期限中輸入計算工期或其他天數，並可考慮儲存供以後使用或是直接公佈於網路上，讓學習者進行規劃。儲存後下一次要編輯或是修改，只需進入複製/修改/刪除專案裡，點選工程名稱(如圖 11)進行更新，或是更改關係或數量成為新專案。



圖 10 匯入 Project

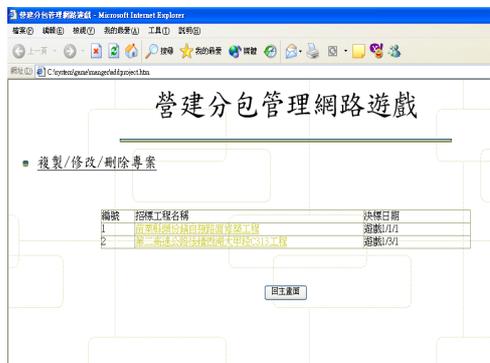


圖 11 複製/修改/刪除專案

管理者還可更新許多功能，如圖 12 之包商資料庫，可設計各種不同包商。比價時包商會因各個學習者條件不同而有折扣之報價因子資料庫，如圖 13 所示。



圖 12 包商資料庫圖



圖 13 包商報價因子資料庫

2. 學習者登入畫面

學習者進入遊戲主畫面，出現說明故事背景、環境簡介與規則，畫面左側旁邊為功能列及各場所，如圖 14 所示。連至公司進入公司資料，可看見學習者自己的基本資料，如圖 15 所示。

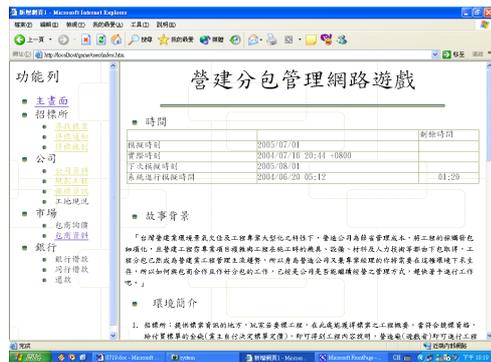


圖 14 遊戲主畫面圖

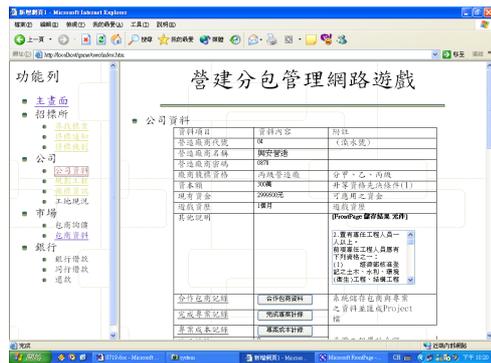


圖 15 學習者基本資料

初次進入遊戲，點選功能列下招標所之尋找標案，就開始進行標案規劃，如圖 16 所示，進入後可點選招標工程名稱，觀看標案資訊。點入後可看到工程概要(如圖 17)，若想投標則選擇購買，若不合適可選上一頁看其他專案資料。



圖 16 尋找標案

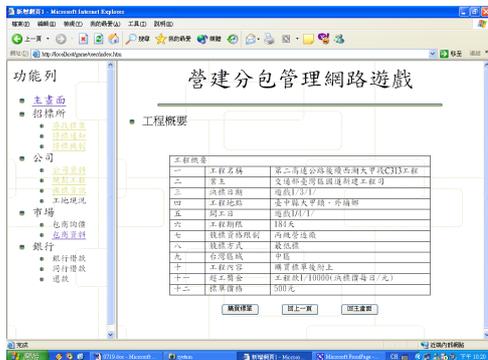


圖 17 工程概要



圖 18 工程內容



圖 19 規劃分包

進入公司之規劃工程，可收看到自己已購買之標案，點選工程名稱則可看見工程內容，學習者須依工程內容組織作業關係，如圖 18 所示。圖 19 為土方工程與道路工程(瀝青)兩種模組，模組內之作業已有內建作業關係，所以學習者只需依工程內容輸入模組與模間之關係，若確定關係後則可規劃分包。分包方式採用數字分隔，規劃完成則進行包商報價(如圖 20)。學習者可按照等級選擇包商進行比價，遊戲設定丙級廠商最高選取 2 位；乙級廠商最高選取 3 位；甲級廠商最高選取 4 位進行比價，例如圖 21 勾選包商 B 與包商 C 進行比價，圖中包商 B 報價降低了，且工期顯示較短，所以選擇包商 B，若不滿意分包之報價或是無包商能施作，則需選擇重新分包，確定後再進行一次包商比價。

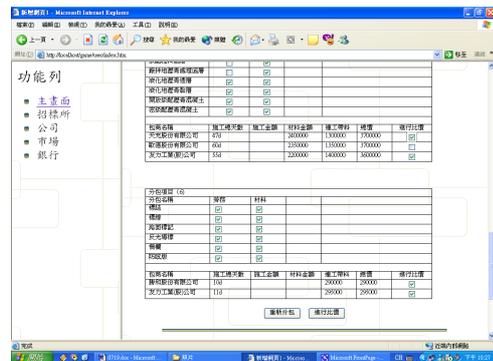


圖 20 包商報價

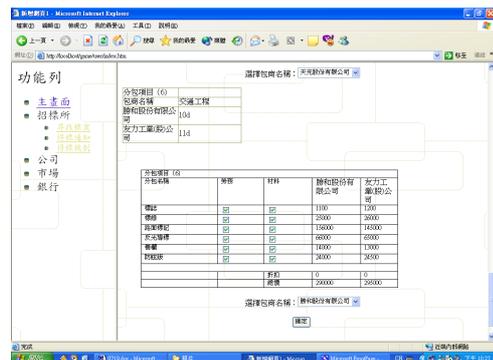


圖 21 包商比價

學習者可依自己需要決定分包商，學習者已完成專案分包後，可得專案之成本與工期，但是如需預估工程完工日，則需將進度資料匯入 Project，如下圖 22 與圖 23 所示。



圖 22 匯入 Project 計算工期



圖 23 學習者匯入 Project 計算工期

匯入 project 後軟體自動編排進度，匯出後轉成 Access 能讀取之格式，同時存入學習者之資料庫，這時可查看專案預算表、預估之進度及成本及總體預算等資訊(如圖 24、25、26 所示)，學習者需依附註所示，輸入管理費之比例與利潤，系統會算出學習者之投標價確定後按下投標鈕，等待得標通知。開標時間已由系統得知，學習者只需進入招標所之得標通知，查看是否得標，如圖 27 所示。



圖 24 專案預算



圖 25 專案預算之進度與成本資訊



圖 26 專案總預算表



圖 27 得標通知

八、系統測試

本系統於建置完成後，已邀請國立交通大學土木系營建管理組共 20 位碩士班研究生試用本系統，進行系統之使用評估，彙整研究生試用及老師之建議，預計於 94 年度下學期於大學部營建管理概論課程正式測試，茲整理碩士班研究生試用所提之建議如下。

1. 系統操作介面友善

試用之研究生及老師，皆認為系統操作界面友善易於使用，唯部分試用人員建議應加強系統之美工介面，以提高學生之學習情緒。

2.增加虛擬對手，增強系統趣味性

目前遊戲中之競爭模式，皆係學習者與學習者間之競爭，可增加虛擬之競爭者，增加遊戲之多樣性，並可避免學習者間共同圍標(因為使用者都是同學、部分同學串連壓低單價而得標)之情況產生，此外亦可設計虛擬競爭者之強弱，強的虛擬競爭者其競標價格計算準確；弱的虛擬競爭者，標價計算不準，然不論是強或弱之虛擬競爭者皆可能對學習者競標甚至施工過程產生影響，可增加遊戲多變性。

針對試用者之建議，第二年度計畫將針對上述建議項目進行補強或新增，並利用代理人機制，設定虛擬學習者，使學習環境更為多樣且有趣，更趨近營建作業現況，並提高學生之營建實務之學習興趣。

九、參考文獻

- 1.Andlinger, G. R. (1958). "Business Games-Play One," *Harvard Business Review*, Vol. 36, No. 2, Mar.-Apr., pp.115-125.
- 2.Au, T., and Parti, E. (1969), "Building Construction Games-General Description," *Journal of the Construction Division, ASCE*, Vol. 95, No. CO1, July, pp.1-9.
- 3.Bushell, Tony (2004). "Some Thoughts on the Role of the Business Game in Management Education." <http://www.business.ltsn.ac.uk/events/BEST%20conference/papers/bushell.pdf>
- 4.Cabral, Kristy (2004). "Project Management Games." http://et.sdsu.edu/gcole/program_mgmt/
- 5.Herbsman, Z. (1986). "Project Management Training Using Microcomputers." *Journal of Management in Engineering*, Vol. 2, No. 3, July pp. 165-176.
- 6.Nassar, Khaled (2002). "Pricing Construction Contracts in a Competitive Market: A Simulation Game." *ASC Proceedings of the 38th Annual Conference Virginia Polytechnic Institute and State University - Blacksburg, Virginia* April 11-13, pp. 47-54. <http://asceditor.unl.edu/archives/2002/Nassar02a.htm>.
- 7.Rounds, Jerald L. & Hendrick, David & Higgins, Scott (1986). "Project Management Simulation Training Game." *ASCE, Journal of Management in Engineering*, Vol. 2, No. 4, October pp. 272-279.
- 8.Veshosky, David & Egbers, Johannes H. (1991). "Civil Engineering Project Management Game: Teaching with Simulation." *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, ASCE*, Vol. 117, No. 3, July pp. 203-213
- 9.曾仁杰，(1998)，「營建管理教育之回顧與展望」，*土木水利*，中國土木水利學會，第25卷第2期，第38至47頁。

十、計畫成果自評

有關電腦輔助工程教育之研究領域為本次所提國科會計畫之研究方向，因為營建管理技術包含大量經驗性之情境知識，講者透過口頭講述，甚至配合圖片說明等，對於無實務經驗在學學生而言，由於無實際操作及決策之訓練，不易吸收營建管理之關鍵知識。因此大部分營建相關科系學生畢業後就業仍須重新學習營建管理技能，形成學校教育與實務需求之落差，因此期望利用電子輔助教學之方式，透過虛擬教學環境提供之價廉科學實驗空間，配合使用者獎勵機制，引發學習者興趣，增進學習速度及效果，結合專案發包管理之理論及實務，降低營建學校教育與實務需求之落差。

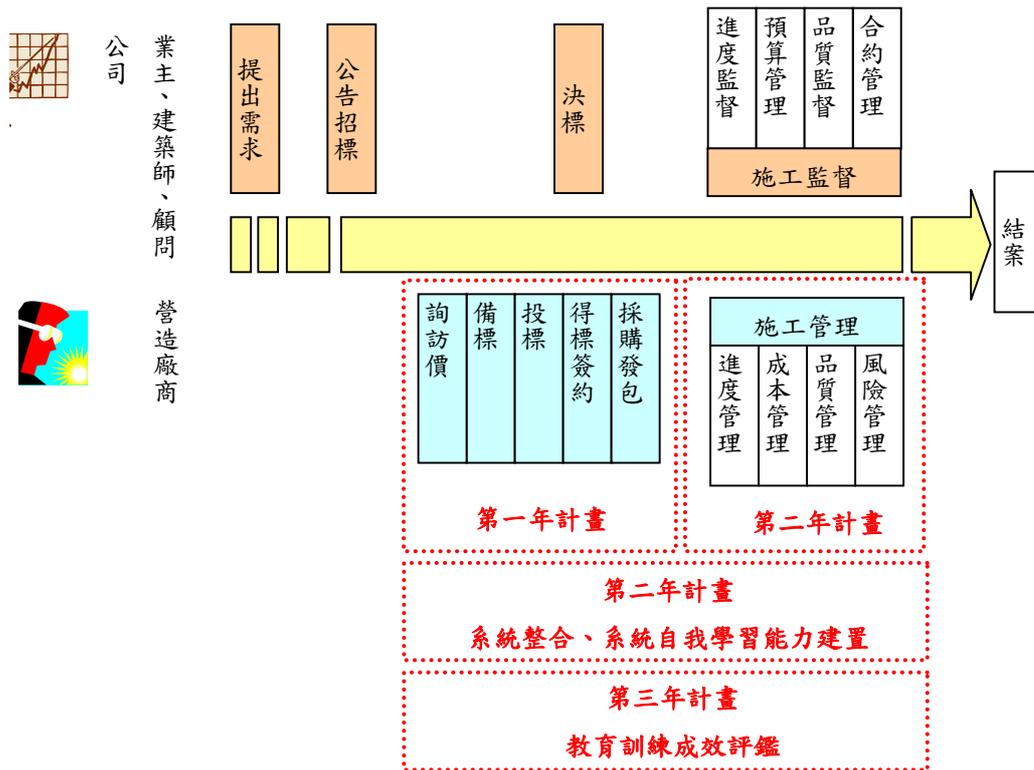


圖 28 營建專案工程週期與本研究各年度計畫之關係

本次結案報告即屬系列研究之第一年計畫。如圖 28 所示，此系列研究分三年進行，第一年(本結案報告)為發展營建專案「採購及發包管理」教育訓練模擬系統，著重營建分包管理實務之訓練，學習工程估算、選商策略、競標策略等專業知識，配合多人競標環境，學習營建競標實務。目前本計畫已部份完成第一年度之營建專案「採購及發包管理」教育訓練模擬系統建置，學生可透過教育模擬系統，學習工程競標實務。

第一年度本計畫之具體成果如下：

- 1.工程產生模組建置：蒐集國內營建專案實例資訊(包含招標文件、進度網圖等)，並建置工程案件及工程模組資料庫儲存機制。
- 2.標前分包訓練模組建置：營建物價資料蒐集，並建置計價項目歷史資料庫。
- 3.選商模擬模組之建置各評選模式之決選基準蒐集，建置評選決選之系統功能。

4. 施工分包訓練模組建置：進度及成本管理之模擬機制，並規劃不確定性因素及採購策略之與模擬之關聯。
5. 初步系統驗證與修正：已請碩士班研究生試用本系統，依學生使用系統之觀感持續改善系統功能。

未來可能之執行障礙

第二年為發展營建專案「施工管理」教育訓練模擬系統，著重營建施工中分包及包商管理實務之訓練，依據第一年度之「採購及發包管理」教育訓練模擬系統，擴充其施工階段之人工智慧模擬功能，並加入工程風險因子(如天候、工程意外、鄰損、居民抗爭等)及競標價格對施工成本管理之影響等，使學生可清楚認識工程施工過程之問題，並體驗所學之工程管理技術，達成學習施工管理之目標，並建置系統自我學習能力。第二年度執行上之可能問題及解決方式如下：

1. 虛擬營造廠強度等級不易適當設定：本計畫將調查相同業務類型(如大部分業務為建築工程)10家以上之營造廠商，並依其年度業務量進行區分，探討不同業務量之營造廠商其在於出價、議價等項目之相關能力，作為系統設計之基礎，確保系統設計之虛擬營造廠符合實務情況。
2. 營建採購詳細之採購協商過程不易蒐集：已內部(ERP)、外部(SCM)作業皆已電子化大型營造廠商進行訪談及調查，蒐集其供應商基本資料及採購作業之相關資訊。選擇已電子化廠商之原因，係因每項工程採購作業之進行，約需進行300~500項之採購，每次採購作業詢價及議價約需3~5次，假設一家大型營造廠商一年約執行10項工程，則約有25,000筆之採購資訊，若以電子化程度較低之營造廠商作為研究調查之對象，其採購作業多以面談或電話方式進行，此類廠商過去之統計資料並不齊全，造成虛擬角色設計之困難。
3. 虛擬供應商之效用上下限較難客觀決定：透過與業界專責負責採購之專家(實務經驗10年以上者)，進行深度訪談，請其針對各項協商議題設定其效用上下限，作為系統設計之基礎。
4. 不同協商議題間之關聯性(如採購單價對預付款之影響)較難評估：亦將透過與業界專責負責採購之專家(實務經驗10年以上者)，進行深度訪談，再依據專家回答結果，配合多變量統計技術(如複回歸分析)，探討各項議題之關聯性。