

C5: 创新学习环境构建与教育软件设计 (Construction of Innovative Learning Environment & Design of Educational Software)

概念图融入计算机辅助教学应用于高中学生生物科学学习成效之研究.....	381
刘士华、李国光	
Development of a Writing Revision Instrument for Teaching English with Error Correcting Practice	390
Shiou-Wen Yeh, Jia-Jiunn Lo, Ho-Ming Chu	
運用概念圖輔助國小學童提升基礎邏輯設計能力之初探.....	397
王曉璿、陳文鴻、邱宜箴	
激發式動態教材設計中適性指標對眼球運動之影響.....	404
廖子慧、陳明璋、陶振超	
Conceptualizing the Framework for Developing an Online Resource Bank Geared to School Education	412
KONG Siu Cheung, LI Kai Ming, CHENG Kwok Shing, KWOK Wai Ying	
內容型電腦輔助語言教學系統之開發與實證.....	420
許靜坤、王一成、何昱穎、張智凱	
以部落格作為高等教育電子學習歷程檔案建置之可行性研究.....	428
吳佳珊、楊叔卿、洪暉鈞	
個別化學習檔案應用於數位教室環境輔助教師瞭解學生學習狀況.....	435
Wei-En Chen, Y.C. Deng, Pokey Chen, Tak-Wai Chan	
可扩展的教学管理信息统计组件研究与设计.....	443
卢贵利、刘英群、韩锡斌、程建钢	
Scratch 程式設計之科學過程技能量表發展.....	451
蕭信輝、賴阿福	
以「使用者為中心」的自然與生活科技教學輔助影片發展之研究.....	456

從等積異形觀點設計面積概念之 GSP 動態電腦輔助教材	460
-----------------------------------	-----

謝哲仁、徐秀慧、黃于芹

電子白板準備度指標之發展	465
--------------------	-----

蕭顯勝、林建佑、廖乃瑩、洪琬諦、鍾雅萍、黃鈺雯

以適性化網路評量為基礎的輔助學習系統之設計與建置	469
--------------------------------	-----

曾修宜、黃巽婷

网络教学平台的公式编辑器设计	478
----------------------	-----

刘媛、蔡苏、余胜泉

更具可用性的网络教学系统的 UI 设计	484
---------------------------	-----

张明、程建钢

運用電腦多重動態表徵探討國小三年級學生的動物分類之概念建構	490
-------------------------------------	-----

梁峻哲、劉恬姝

支持多语种的快速检索的东方语言文化数据库系统设计	495
--------------------------------	-----

陈宇溟、贾积有、吴筱萌、吴杰伟、刘迪南

本科毕业论文过程管理系统设计	499
----------------------	-----

李汨、韩锡斌、周潜、杨娟、程建钢

兩種教學方法下學習態度、學習動機與認知負荷關係之研究	505
----------------------------------	-----

褚懿琳、陳藝康、張立明

多媒體教學情景對學生「認知負荷」與「學習表現」影響之研究	509
------------------------------------	-----

陳藝康、褚懿琳、張立明

互動式電子白板運用於中年級數學領域幾何概念教學之研究~以圓與角為例	513
李曉萍、賴阿福、楊政穎	
國小六年級學童在動態多重表徵視窗環境下比例解題補救教學之個案研究.....	515
謝哲仁、李慶志	
錯視效果輔助國小六年級歐普藝術課程學習效益初探.....	517
王曉璿、黃昭儒、林建伸	
基于通讯技术的数字校园移动 OA 系统初探.....	519
白凤翔、段昕、查冲平	

概念图融入计算机辅助教学应用于高中学生生物科学习成效之研究

The research on high school students' biology learning effectiveness by applying concept mapping to computer-assisted instruction

刘士华、李国光

国立台湾科技大学信息管理研究所

tbrainliu@msn.com, lgg@cs.ntust.edu.tw

【摘要】本研究结合概念图诊断与思考风格，搭配教学过程阶段性的进行，以帮助学生更有效的学习。学生画的概念图可以体现他们对概念不完全的或者有缺陷的理解，从而有助于教师诊断这些概念，分析影响教学效果的原因，从中侦测出学生的知识结构及错误概念。由实验的结果得知，概念图融入计算机辅助教学应用于高中学生生物科之学习成效的确有正面影响，对于提升学生的思考能力、创造能力及决策能力均有相当帮助。学生在网络上合作学习概念图较个人学习来得快速成长，可是一段时期后，对于概念图功能的掌控已熟悉，合作学习与个人学习的差异性就不大了。虽然概念图对于促进教学有着很显著的作用，但它并不适用于所有的教学情境，本研究受试学生在同时期文科的表现即推翻概念图在生物科教学带来的效用。受试学生缺少对概念图建构过程的自觉省思，也造成概念图的潜在价值没有得到充分发挥。

【关键词】 概念图、计算机辅助教学、合作学习、学习成效

Abstract: This research combines the diagnosis of concept mapping and the style of thinking, progress the teaching activity step by step, to help students' learning effectively. The students draw concept maps to explore the incomplete of concept or the defect of understanding. Analyzing the factors of influencing teaching effects, the teacher can find out the students' knowledge structure and misconceptions by inspecting the concept maps. From the results of experiments, concept mapping involved in computer-aided instruction to the teaching of biology has positive influence on learning effectiveness. It also is useful to promoting the students' thinking ability, creative ability, judging ability. The progressing speed of cooperate learning on concept mapping in internet is faster than learning alone. After a period, maybe the functions of concept mapping are under control, the difference between cooperate learning and learning alone is very little. Although the impact of concept mapping on teaching promotion is apparent, it is not available on all teaching situations. The learning effectiveness of history are not the same as the biology. The students lack the awareness of self thinking on concept mapping construction. So that the potential value of concept mapping has not developed sufficiently.

Keywords: concept mapping, computer-aided instruction, cooperative learning, learning effectiveness

研究动机

传统教材长期以来注重的是文字叙述，忽视了图、表等直观的表达方式；作业、考试强调的是标准答案。教学过程要求过多的严密表述和逻辑推理过程，很少涉及形象的直觉思维。

然而传统课堂上的教学方法由于受限于缺乏辅助系统协助教学者，所以教学者只能够依照教科书逐一授课；而学习者也缺乏对课程整体知识的了解，也只能随着教学者课程进度学习。

概念图(Novak & Gowin, 1984)是一种把概念和知识点具体化、可视化的工具，反映出学生搜索已有知识、把握知识特点、联系和产出新知的能力。概念图作为学习的工具，把教师的教学活动与学生的学习活动有机地结合起来，能促进学生的意义学习、合作学习，最终使学生学会学习；作为教师教的工具，能有效地改变学生的认知方式，帮助学习者建立整合的、结构化的知识，提高教学效果。

生物课程标准强调培养学生搜集和处理科学信息的能力、获取新知识的能力、批判性思维的能力、分析和解决问题的能力等，这说明概念图与新课程改革是相通的。运用概念图教学，加上计算机辅助系统，协助改造现行生物教学，不枉为一个好的教学策略。

研究目的

主要从概念图策略使用的角度、从信息的获取途径角度、从调动学生的角度、从教学资源的整合角度、从教学策略的选择角度、从教学目标达成度角度考察对教学成效的影响性。

- 一、网络上合作学习概念图对于学习成效是否有帮助。
- 二、概念图融入计算机辅助教学对于高中学生生物学习成效是否有帮助。
- 三、概念图知识对于高中学生学习其它科目的学习成效是否有影响。
- 四、在老师的授课过程中，藉由概念图工具的辅助来建立形成性评量，了解学生的学习状况及思考风格。

文献探讨

一、概念图

概念图(Concept Mapping)是康乃尔大学的诺瓦克(Joseph D. Novak)博士等人根据奥苏贝尔(Ausubel)的有意义学习理论，通过研究儿童对科学知识的理解，提出的一种教学技术；是以图解的方式，直观地、结构化地描述两个或多个概念之间关系的一种图(Novak & Gowin, 1984)。概念图教学法是利用概念图这种可视化的语义网络表示方法，将某一领域内的知识元素按其内在关联进行组织呈现和意义建构的教学法。

概念图通过节点表示概念，联机表示关系，概念—连接词—概念的三元组组成一个命题，并将最具包容力、最宽泛的概念置于顶端，最一般、最具体的概念置于底端，从而形成一个清晰的知识网络结构。将概念图作为学习者陈述性知识（尤其是结构化知识）的外化表征方式，可以在一定程度上直接反映学习者对某个知识领域的理解，找出误解。因此，概念图可以作为结构化知识评价工具，有着其特定的优势。

二、概念图的教与学

1.概念图作为教师教学的工具

根据Mason(1992)的研究，概念图打破了传统的罗列条款式展示教学内容方法，做到了学生既能直观地观察到概念，又看到了教师的思维过程，展示出各种表达方式及其特点，可以帮助教师对自己学科知识的再思考。因此，概念图可以被利用于教师对自己授课内容的再重整，把课程内容的概念连结得更为结构化。概念图是教师完成课堂教学设计很好的备课工具，是一种教师引导学生应用空间性组织以联结不同概念间关系的学习方法，将知识结构中的一

些相属概念及彼此间的关系以绘图的方式呈现出来。教师可以借助它归纳、整理教学思路。

概念图可以被视为一种学习评量工具，亦可视为一种学习策略(Novak & Gowin, 1984)。概念图既可以在形成性评价中使用，也可以在总结性评价中使用。在形成性评价中，学生被要求在学习过程的不同阶段制作概念图，通过概念图可以了解学习者在解释内容时被误解的概念，教师使用这些图，既可以评估学习者的理解，也可以根据其修改课程方案。总结性评价可以在一个教学单元结束时实施，用来测定学生对该单元的理解，从而评定等级。Roberts (1999) 曾指出经由概念图所得到之有价值的质化信息，例如学生的迷失概念，是无法从传统统计测验方法中获得的。

2.概念图作为学生学习的工具

Moreland, Dansereau 和 Chmielewski(1997)发现概念构图能提高学生的注释策略(联结概念、画重点、写笔记、提问题)。传统的笔记是以文字为主的条款罗列形式，虽然能让学生记牢概念，但由于学生头脑中对各个概念之间缺乏联系，很容易相互混淆或遗忘，不能有效地在实际中运用。概念图能用来呈现图形化组织的学习内容，还可以帮助学生做可视化笔记，它不仅要求学生记下关键概念并且强调它们之间的关系，还要求学生有意识地参与，有利于课后复习和再思考。

学生在学习过程中往往会出现掌握了知识点，却缺乏知识点之间的联系，以致于面对真实问题的时候就不知道如何运用自己所学知识。而概念图被发展为有效的学习工具是根据 Ausubel(1978)所提出影响学习最重要的因素，能够将原本存在于学生现有的认知架构上，可以通过彼此之间的联系，适当的将知识概念教导给学生，并引导学生进行有效的概念联系，建构起一个比较完整的知识结构。

概念图作为表示概念与概念之间关系的空间网络图，可以将概念之间联系的这种隐性的关系显性化，学生思考模式能够突破仅在同一群集内思考概念的藩篱，而往外开创另一个新颖的观点，所以它可以作为帮助学生有效建构个人认知体系的工具(Jacobs-Lawson & Hershey, 2002)。透过概念图之训练，不仅可以让学生养成问题解决的思考习惯，更能增进对学习成果长期记忆的保留。

概念图被认为是评估学生知识的有效技术，不仅有助于学生复习知识、概念，而且有助于学生把知识、概念联系起来(Freeman & Jessup, 2004)。在不断累积的过程中自我评价，实现有意义的学习，建构自己的知识结构。

三、结合计算机辅助生物教学

在概念图法的理论背景中，相当强调各种不同的视觉刺激，包括色彩、线条、图片、形状、间隔、布局等，并且必须仰赖这些视觉刺激，让右脑的整体性思考与左脑的逻辑性思考一起发挥力量。除此之外，计算机还可追踪、纪录学习者移动概念的过程，以作为分析其思考历程及解释测验结果之依据(Shin, et al, 2000)。

四、概念图评分方法

John R. McClure, Brian Sonak & Hoi K. Suen (1999) 提出概念图评价由两个部分组成：概念图构图任务和概念图评估。概念图构图任务是指让学生用概念图表征他们的知识的一系列过程，概念图的评估则包括对概念图内容和结构的检查，可能是量上的计算，也可能是质上的观察。评分方法主要有列三种：

1.成分结构评分法

Novak & Gowin(1984)在《学习如何学习(Learning How to Learn)》中提出了以成分和结构为依据的概念图评价方法。Novak & Gowin 给正确的命题(proposition)、阶层(hierarchies)、分

支(branch)、交叉联结(cross-links)和举例(examples)指定了评分的权重,每个正确的命题、阶层、分支、交叉联结和举例的得分分别为1分、5分、1分、10分和1分。这种评分的技术虽然很费时,却能够提供概念图建构者呈现知识结构的大量信息。通过比较学生的概念图与专家图在多大程度上相近,可以对学生的概念图进行评分。

2.相似度评价法

Ruiz-Primo & Shavelson (1996)描述了一种将学生概念图与专家概念图进行比较的方法。专家图可以由教师或是由领域专家创建,还可以是由一组教师或领域专家共同创建。比较的过程需要定义好,范围可以从命题比较到整体结构的比较。

3.综合评定法

一些研究者们尝试综合运用基于成分的和基于专家图匹配的两种方法。一个这方面的例子是在使用传统的基于成分的记分的时候,通过设定命题的更高的权重,整合与标准图的比较,而这些命题是专家们认为最为关键的。Rye & Rubba (2002) 报告了一个基于成分的概念图记分系统,但使用专家图来评定学生图中的命题。

研究方法

一、研究步骤

1.软件学习

Cmap 是一套把知识本体概念图像化的工具软件,可以让使用者建置、浏览、分享和评论代表知识模型的概念地图。不仅可以在 client 端免费使用,还能让用户连上 server,以小组的方式在网络上相互合作,且能彼此回馈,不需自己布署 server。

因为人的念头往往稍纵即逝,唯有能及时捕捉这些思绪的软件,才能够帮助人们脑力激荡。Cmap 可以用简单的描绘或拖拉的功能界面去建置知识本体的概念对象、线条和地图,新手可借助样版,再辅以检验和概念建议的工具。此外,当输入一个知识本体到 Cmap 里面时,使用者可以从关系数据库去选择概念地图内,对象彼此的关系。此「脑力激荡模式」都是为了要让人们能够在第一时间,捕捉自己的心思。

2.知识管理

创设与学习主题密切相关的情境,引发学生学习的兴趣,是开展有效教学的基础。教师引导学生从任务中明确具体的学习内容与要求,学生为了分析问题、解答困惑,也考虑到直接原因与间接原因。在此环节中老师对概念图注释和超链接功能的使用,满足了教学需要。尽管各种数据显示启发性工具对于教学上的帮助,但是仍须考虑两各因素:1.需投入相当多的时间培训教师使用这些教学策略,并训练学生使用 Cmap 绘制概念图。2.对于教师,在刚开始需增加工作量重新建立新的教学程序。

3.完成绘制概念图

教师布置任务,学生可根据老师提供的资料,也可以从 Internet 上搜索所需要的资料,在此过程中,学生利用概念图作为学习工具,按照这种思路,学生列出知识点之间的关系,而且及时对知识点进行串联。

4.评价分流

学生向全班同学展示概念图作品,让学生可以多方面接触到各类思考风格。同学们针对每个作品进行评价,有些作品缺少知识点或是知识层次出现问题时,根据同学们的意见,当时就能得到补充修正,学习并适应不同类型的人对于同一个问题的看法。

二、研究对象

本研究之实验对象为某国立高中二年级选修生物学的学生，这些学生均于高中一年级必修过「基础生物」。为使生物先备知识差异性极小，根据高中一年级基础生物成绩选出无显著差异的6个班。生物教师为同一位，有多年教学经验，该课程每周上课时间为两小时。

三、实验设计

本研究将实验对象分为三组；第一组2班73人(36人.37人)实施概念图辅助教学，每班再细分成6小组，每小组6或7人；第二组2班74人(38人.36人)实施概念图辅助教学，学生均是个人独立学习，没有分组；第三组2班75人(38人.37人)未实施概念图辅助教学，采传统讲授法。第一组与第二组均于计算机教室上生物课，第三组于一般教室上课。

实验在探讨学生之概念图学习成效，故依变项为概念图分数与传统生物测验成绩两项。实验处理共进行六周的教学时间。第一组与第二组受试学生在实验过程中，每两周接受以生物教材为内容的概念图测验，共3次。

实验进行六周后，三组受试学生配合学校生物学进度立即以生物试卷测验，也是学校的第一次段考。隔了六周，受试学生再接受不同范围生物学的学习成就测验，也是学校的第二次段考。

教学活动过程中，教师采用概念图方法，用明确的问题教导学生使用Cmap着手绘制，以得到答案。另外每次上完课后，再配合教科书中有生物插图的部份，衍生相关作业题目。

另外，为了考验概念图的教学潜移效果，选择文科(历史)与理科(化学)各一科来做比较。这6个班的历史老师同一位，另一位化学老师也同时教这6个班，以两次段考的成绩来考验。

最后，再质性访谈生物老师对受试学生行动研究观察结果。

四、实验检定

学生构图的前期训练、老师对评价领域的掌握程度、评价框架的设计以及评分方法的选择都会影响评价的效果。

本研究采用 Novak & Gowin(1984)的成分结构评分法对概念图进行评分，评定原则如下：

- 1.命题：将两个概念之间利用联结线及联结语相联结成一个具有意义的关系，此联结关系称之为命题。若两概念间之联结有意义，则此命题给1分，若联结关系有效，但为模糊甚或错误，则不予计分，但亦不扣分。
- 2.阶层：系指概念图所呈现的阶层个数；概念图之最具一般性(more general)之概念在图形之最高阶层，愈不具特殊性(more specific)之概念则附属在下层位置，最高阶层到有效附属阶层的个数表明了概念包容的程度。能够有效呈现阶层的特殊性给予5分。
- 3.分支：分支的数量揭示了构图过程的差异，由每一概念群集为核心发展出的旁支概念予以加权计分，每一个与其上阶层概念具有意义且有效的分支加权2分；每一个与其上阶层概念有效，但较无重要性意义的分支加权1分。
- 4.交叉联结：系指某一阶层的部分概念与另一阶层的部分概念相联结成有意义之关系，此关系必须是重要且有效的。一个有效且重要的交叉联结给予10分；若是次要或联结语并未清楚表达，则给予5分；若是不重要，则给予2分。
- 5.举例：系指根据所学概念举出特殊且有效的事件或对象为例子。每个例子给予1分。

研究结果与分析

一、第一组与第二组受试学生 3 次概念图测验的结果如下：

测验 I	第一组	第二组	测验 II	第一组	第二组	测验 III	第一组	第二组
平均数	45.6	37.5	平均数	54.6	51.8	平均数	57.4	56.1
标准差	4.2	3.8	标准差	4.7	4.5	标准差	4.8	4.6

测验 I 的 $H_0: u_1 = u_2$ 检定，因为两组变异数均未知，故先计算 σ^2 的不偏估计值得 16.04。在 $\alpha=0.05$ 、双侧考验、自由度 $df=73+74-2=145$ 的情形下， $t_{0.025}=-1.96$ 和 $t_{0.975}=1.96$ 。计算的 t 值=12.18 落入拒绝区，所以拒绝 H_0 假设，第一组的学习成效与第二组的有差异。

测验 II 计算的 t 值=3.66 落入拒绝区，所以第一组的学习成效仍胜过第二组。

测验 III 计算的 t 值=1.67 并未落入拒绝区，所以必须接受 $H_0: u_1 = u_2$ ，实验数据并不能支持第一组的学习成效与第二组有差异。

前二周与前四周的学习，合作学习方法的确影响学习成效，可是时间拉长到六周时，两组学生的学习成效已经无显著性差异。本研究符合Santhanam等人(Santhanam, Leach, & Dawson, 1998)研究结果，训练概念构图技巧的方式及教师提供的指示与协助，将影响学生是否接受概念构图。至于学生是否畏惧独立完成概念图、需不需要合作学习，已不是重要影响因素。

二、3 组学生两次生物学段考成绩的考验结果如下：

测验 A	第一组	第二组	第三组	测验 B	第一组	第二组	第三组
平均数	74.8	72.3	64.9	平均数	82.3	81.1	73.8
标准差	7.2	4.6	5.4	标准差	8.9	8.8	7.7

测验 A 的 $H_0: u_1 = u_2 = u_3$ 检定三种教学方法教学结果的变异数分析，在 $\alpha=0.05$ 、组间自由度 $df=2$ 、组内自由度 $df=222-2=200$ 的情形下， $F_{0.95}=3.69$ 。

变异来源	离均差平方和	自由度	均方	F
组间(教学方法)	3928.76	2	1964.38	58.41**
组内(误差)	7398.686	220	33.63039	
全体	11327.45	222		

计算的 F 值 = 58.41 落入拒绝区，所以拒绝 H_0 假设，表示各组平均数之间变异很大，至少有一对平均数之间有显著差异存在。因为三组人数不同，所以事后比较使用薛费法(Scheffe method)，考验值 $F' = (k-1) \times F_{1-\alpha(k-1, N-k)} = 2 \times 3.69 = 7.38$ ，得到第三组之教学效果与第一组($F=107.81$)、第二组($F=60.65$)的效果有显著差异，惟第一组与第二组则并无什么不同($F=6.83$)。

类似地，测验B计算的 F 值 = 54.62落入拒绝区，所以拒绝 H_0 假设。使用薛费法(Scheffe method)考验，得到跟测验A同样的结果；第三组之教学效果分别与第一组、第二组的效果有显著差异，第一组与第二组则并无什么不同。

三、3 组学生两次化学段考成绩的考验结果如下：

测验 C	第一组	第二组	第三组	测验 D	第一组	第二组	第三组
平均数	62.9	61.8	54.2	平均数	68.6	69.3	60.1
标准差	5.3	4.2	4.9	标准差	6.1	5.7	5.6

测验 C、测验 D 的 $H_0: u_1 = u_2 = u_3$ 检定三组学习成效的变异数分析， $F_{0.95}=3.69$ 。

类似地，测验 C、测验 D 计算的 F 值均落入拒绝区，所以拒绝 H_0 假设。使用薛费法考验，得到跟测验 A 同样的结果；第三组之学习成效分别与第一组、第二组的学习成效有显著差异，第一组与第二组之间的差异不大。综合生物及化学的实验数据，支持概念图确实可以改进科学的教学与学习成效的理论，此结论与 Novak(1984)的研究结论符合。

3 组学生两次历史段考成绩的考验结果如下：

测验 E	第一组	第二组	第三组	测验 F	第一组	第二组	第三组
------	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----

平均数	76.5	78.4	77.9	平均数	74.3	75.3	76.2
标准差	6.4	5.3	5.8	标准差	5.7	5.8	6.1

测验E 测验F的 $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ 检定三组学习成效的变异数分析, 在 $\alpha = 0.05$ $F_{0.95} = 3.69$ 。计算的F值分别为 2.73、2.94, 均未落入拒绝区, 所以无法拒绝 H_0 假设, 表示各组平均数之间差异不大。Novak 与 Gowin(1984)研究指出, 使用概念构图的教学法可产生联想的方法来帮助学习与记忆以及适用于日后在测验题库上的应用。可是, 研究数据并不支持此结论。

四、质性访谈生物老师的结果

生物老师除了对学生最后概念图成品评价外, 另外在旁观察学生使用计算机绘制概念图的过程, 并且给予形成性评量。经过质性访谈后, 得到的结果主要如下:

1. Cmap 计算机软件对学生概念图建构有极大帮助

利用 Cmap 计算机软件制作概念图有许多优点, 譬如修改方便、界面漂亮、可以直接打印、可以网上学习交流等, 这些皆是传统纸笔无法达到的功效。

叫学生当场用纸笔画图, 学生会表现出没有自信, 其实他是画得出来的, 只不过他无法一次定稿, 纸笔要修改比较不方便。学生更喜欢在网络上互相交流修改, 让作业成品更完善。

2. 学生缺少对概念图建构过程的自觉省思

学生在学习时, 使用 Cmap 操作接口浏览到任何节点, 再带出与之关联的其它节点。但不全然所有学生皆能接受此创意做法, 因为他们的心智概念的「整体」被打散了, 学生虽然能在复杂的关联架构中清楚地看到每个局部, 却难以做概括性的思考。

学生在学习时, 常常是为了完成作业而绘制概念图, 却很少对自己的概念图建构过程进行提问。

我在教学过程中也作了一些尝试, 比如注意概念图的变式训练。在概念图的教学, 我认为可以根据不同材料, 要求学生填写并写出不同连接词, 使学生的概念图制作能力得到发展。可是学生很少自觉省思“我的概念图呈现了什么?”、“如何使我的概念图变得更完善?”类似这些问题。

3. 概念图的潜在价值没有得到充分发挥

借助计算机的绘制, 除了要能把某个枝干折迭、展开, 或者是一口气将特定深度的分支折迭起来外, 其实概念图法还有更多的需求, 包括重新把焦点放在特定的枝干上, 然后完全隐藏其它的枝干; 或者是将局部的心智概念转换成多种不同的表现形式, 以利探索概念间的可能关系等。因此, 概念图在教学中扮演的角色, 它作为教师教学工具和学生学习工具的潜能有待进一步挖掘。

有一些学生拿概念图工具 Cmap 来使用, 只是为了要用树状或网状结构来记笔记而已, 无法以概念图的技术对事物进行全脑思考, 没有充分发挥其功能。

学生无法解释他们概念图的路径, 无法将结果与他们的经验做连结。

4. 评价的科学性欠缺

概念图是教师评价学生的唯一依据, 而教师是唯一的评价主体, 往往会忽略了学生的概念图建构过程。一些学生在某些科学概念的前概念认知上似乎根深蒂固, 这些认知往往建构在很有说服力的经验基础上, 即使在教师提供与之矛盾的证据后, 有些原有信念和解释模型仍能保持不动, 而无法轻易改变。

通过概念图教学, 教师应该思考的东西的确很多。但专家图是否存在以及是否能够作为评分依据, 却令人怀疑。

如果不在教学前完成科学概念调查, 了解学生原有认知, 而一味地认为学生对于相关概念的认知多数是一样的, 将有可能大大降低教学质量和学生对于新知的求知欲。

结论

经过长时期的观察与实验，得到了下列结果：

- 一、通过让学生自己绘制概念图，可评量学生对概念理解的程度和范围、是否关键的概念或概念之间的关系被遗漏、是否有错误概念。同时，学生自己绘制概念图可作为课堂笔记或者帮助学生贯穿整个课堂的内容，以及对于概念之间的关系有意义理解，使之主动学习。学生在网络上合作学习概念图较个人学习来得快速成长，可是一段时期后，对于概念图功能的掌控已熟悉，合作学习与个人学习的差异性就不大了。
- 二、概念图融入计算机辅助教学应用于高中学生生物科之学习成效的确有正面影响。学生自己绘制概念图可作为课堂笔记或者帮助学生贯穿整个课堂的内容，以及对于概念之间的关系有意义理解，使之主动学习。即使学生于实验结束后，延伸的学习活动仍能保有之前的成效；综合应用的能力使得学习生物课程的学习成效更佳。
- 三、概念图融入计算机辅助教学应用于高中学生生物科之学习有成效，受试学生在同时期的化学表现也几乎相似，似乎概念图学习方法也可潜移默化影响到其它理科，可是历史的表现结果却不是很明显。概念图应用于教学并不适用于所有的教学情境，我们不能不加选择地盲目使用，应该分析教学的实际情况，根据教学的需要合理运用。化学课程标准对教学内容的规定有很大的弹性，对于实现教学目标的过程，特别是知识的前后顺序都没有做硬性的规定，所以概念图的影响层面与生物课类似。但是对于历史文科没帮助，或许有其它因素，譬如：课程结构、搭配概念图教案设计、.....等，这有待尔后再追踪研究。
- 四、学生缺少对概念图建构过程的自觉省思，也造成概念图的潜在价值没有得到充分发挥。虽然建立专家图，并将其作为学生建构的概念图的评分依据，是基于概念图评价的重要方式，评价的科学性欠缺，受到广泛的关注。

参考文献

- Ausubel, D. P.(1986). *Educational psychology : A cognitive view*. New York : Holt, Rinehart, & Winston.
- Freeman, L. A., & Jessup, L. M. (2004). *The power and benefits of concept mapping: Measuring use, usefulness, ease of use, and satisfaction*. *International Journal of Science Education*, 26(2), 151-169.
- Jacobs-Lawson, J. M., & Hershey, D. A. (2002). *Concept maps as an assessment tool in psychology courses*. *Teaching of Psychology*, 29, 25-30.
- Mason, C. L. (1992). *Concept mapping: A useful tool for science education*. *Science Education*, 76(1), 51-63.
- Moreland, J. L., Dansereau, D. F., & Chmielewski, T. L. (1997). *Recall of descriptive information: The role of presentation format, annotation strategy, and individual differences*. *Contemporary Educational Psychology*, 22, 521-533.
- Novak, J.D., & Gowin, D.B.(1984). *Learning how to learn*. Cambridge, London : Cambridge University Press.
- Roberts L. (1999). *Using concept maps to measure statistical understanding*. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 30, 707-717.

- Rye, J. A., & Rubba, P. A. (2002). *Scoring concept maps: An expert map-based scheme weighted for relationships*. *School Science & Mathematics*, 102, 33-45.
- Santhanam, E., Leach, C., & Dawson, C. (1998). *Concept mapping: how should it be introduced, and is there evidence for long term benefit?* *Higher Education*, 35, 317-328.
- Shin, J., Deno, S.L., Robinson, S.L., & Marston D. (2000). *Predicting classroom achievement from active responding on a computer-based groupware system*. *Remedial and special education*, 21(1), 53-60.
- John R. McClure, Brian Sonak, Hoi K. Suen. (1999). *Concept Map Assessment of Classroom Learning: Reliability, Validity, and Logistical Practicality*. *Journal Of Research In Science Teaching*, 1999, Vol. 36, No. 4: 475–492.

Development of a Writing Revision Instrument for Teaching English with Error Correcting Practice

Shiou-Wen Yeh

Department of Applied Linguistics and Language Studies, Chung Yuan Christian University, Chungli, Taiwan
shiouwen@cycu.edu.tw

Jia-Jiunn Lo

Department of Information Management, Chung-Hua University, Hsinchu, Taiwan
jlo@cc.chu.edu.tw

Ho-Ming Chu*

Department of Information Management, Chung-Hua University, Hsinchu, Taiwan
flairming@gmail.com

Abstract: *Corrective feedback and error correction are important tasks for EFL (English as a Foreign Language) writing instruction. Students' major difficulty in error correction lies in their failure to detect errors. Researchers proposed that error correction and feedback can be implemented with online annotation techniques. Annotations on digital documents can be easily shared among groups of people, making them valuable for a wide variety of tasks, including providing feedback. Learning by practicing encourages guesswork and intuitive thinking in learners which accommodates to constructive learning theory. Error correcting practice can help learners understand reasons for writing errors. Therefore, this study developed an error correcting practice mechanism attached to an online error correction system that was designed for error correction, error feedback, and error analysis in English writing instruction. The purpose of this error correcting practice mechanism is to enhance students' error correction and peer assessment processes and help teachers understand how students interact with the system. With this system, users can make error corrections on digitized documents, on the general web browser such as Microsoft Internet Explorer, with online annotations in the same way as the traditional paper-based correction approach. The system not only feedback correct answers, teachers' comments, and the grammatical error type for each error to students but also provide a convenient interface for students to implement error correcting practice of documents with similar error distributions.*

Keywords: online annotation, error correction, error analysis, writing instruction, error correcting practice

1. Introduction

It is obvious that writing to communicate is an essential academic and professional skill, and college education should help prepare students for the kinds of writing common in the workplace and professional life. Therefore, instructors need to provide an environment that is conducive to, as Ede & Lunsford (1992, p. 15) stated, "social engagement in intellectual pursuits", and promote the understanding that writing should be collaborative because all writing is social. In many second language curricula, teachers search for proper methods to provide more support to students in developing their collaborative writing competences.

As suggested by Flower & Hayes (1981), the writing processes include planning, translating, and reviewing. Reviewing is the last stage in and the heart of the writing process. However, it is not an easy task. In second language writing instruction, error feedback is a technique to help students correct errors by providing them with some kind of prompting (Lee, 1997). Error correction and error feedback are important tasks for teachers and students in many contexts. It is generally agreed that second language students themselves want and expect feedback on their written

* Corresponding author

errors from their teachers (Hedgcock & Lefkowitz, 1994). Therefore, for many teachers, their most immediate concern is not so much “to correct” or “not to correct”, but rather “what to correct” and “how to correct” (Lee, 1997). However, error feedback and analysis of students’ work is an extremely time consuming task. Considering the time required for correction, the most effective way to correct errors is worth investigating.

Peer assessment, assessment of students by other students, has many potential benefits to learning for the assessor and the assessee. Peers are students with similar educational qualifications or knowledge, who grades or offers suggestions concerning another student’s work (Topping, 1998). Peer assessment can help self-assessment, too. By assessing the work of others, students gain insight into their own performance. It gives students feedback and opportunities to improve, hence encourages student autonomy and higher order thinking skills. However, although most students enjoy peer assessment and understand its values, not all the experiences associated with peer assessment are favorable (Hanrahan & Isaacs, 2001). Its weaknesses can be avoided with anonymity, multiple assessors, and tutor moderation (Li & Steckelberg, 2005). With large numbers of students, the management of peer assessment can be assisted by Internet technology (Bostock, visited 24/11/2006).

Traditional error feedback and analysis can be reinvented in the form of computer-aided error analysis, which is a new type of computer corpus annotation (Yeh & Lo, 2009). Also, Li & Steckelberg (2005) proposed that web-mediated peer assessment can be an alternative to shift students’ roles from reviewers to reviewees. During the process, students’ interaction can be stimulated and their critical thinking skills can be fostered. In other words, the limitations of traditional paper-and-pencil error feedback and analysis highlight a new direction. One possible direction is using the online annotation systems for error feedback and analysis (Yeh, Lo, & Huang, 2006). Such application is grounded in the fast growing fields of distance education and computer learner corpus research.

Annotations are the notes a reader makes to himself/herself, such as students make when studying texts or researchers create when noting references they plan to pursue (Wolfe, 2002). Annotation systems can take advantage of networked technologies to allow communities of readers to comment on the same copy of a text. Compared to paper-based annotations shared merely through printed technology, online annotations provide readers with more opportunities for dialogue and learning through conversations (Wolfe, 2002). Practically, online annotations can be quite useful, in which students could share their annotations to discuss reactions to a text, or they could use annotations as a type of reading journal to share with the instructor (Lo, Tsao, & Yeh, 2005). Basically, it is agreed that online annotations can provide a good way for readers to share knowledge and allow extended conversations to take place in the context of a common text. Online annotations can help readers navigate documents, functioning much as user-created hyperlinks that allow readers to look up information, pursue citations, or return to earlier sections of a document (Golovchinsky & Marshall, 2000). By facilitating such easy movement between texts, annotation tools can emphasize the intertextual nature of reading. Tools for manipulating and rearranging annotations can scaffold different note-taking and information strategies that help students learn to move from reading to writing. Also, as Barger, Gupta, Grudin, & Sanocki, (1999) claimed, annotations can provide “in context” personal notes and can enable asynchronous collaboration among groups of users. With annotations, users are no longer limited to viewing content passively on the web, but are free to add and share commentary and links, thus transforming the web into an interactive medium.

The constructive learning theory views learning as an active process where learners should learn to discover principles, concepts and facts for themselves. It emphasizes the importance of encouraging guesswork and intuitive thinking in learners (“Wikipedia”, 2006). Correcting practice can help learners understand reasons for writing errors. Documents used for practicing can transform the learning experience and enhance learner motivation (Ogata et al.,

2000). Therefore, this study developed an error correcting practice mechanism to implement a “learning by practicing” process to encourage “guesswork and intuitive thinking in learners”.

2. System Description

The error correcting practice mechanism is integrated into an online error correction system called WRITE (Writing Revision Instrument for Teaching English). WRITE, developed by Lo, Wang, & Yeh (2008), is a web-based annotation system for error correction, error feedback, and error analysis in English writing instruction. The system architecture is illustrated in Figure 1.

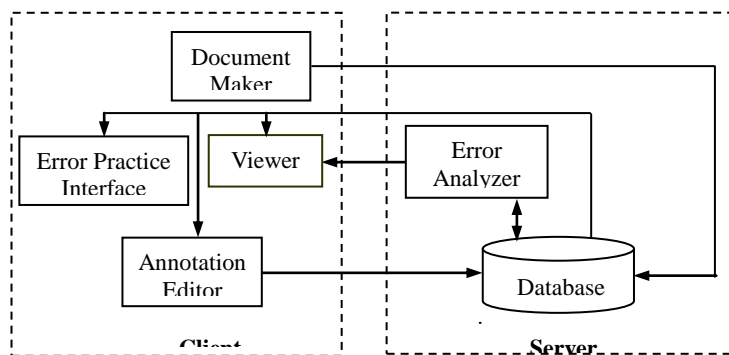


Figure 1. System architecture

2.1 Document Maker

Document Maker is where students input their documents. As the document is edited, the system will convert it into the HTML format and save it in Document Database so that it can be displayed with general web page browsers for error correction marking.

2.2 Annotation Editor

Annotation Editor (Figure 2) is where users input their correction markings of the document. It is implemented on the general web browser such as Microsoft Internet Explorer. In Annotation Editor, users can make correction marks and comments only, i.e., it is under “read-only” status in that the content of the original document cannot be changed. Such functionality of making correction marks under “read-only” status is quite important for users to be able to easily compare their original works and the corrective feedback.

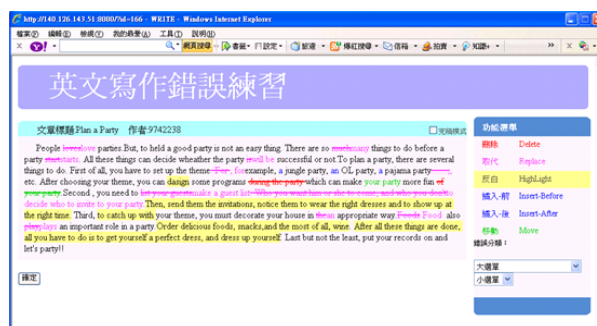


Figure 2. Illustration of Annotation Editor (Annotation Mode)

To create a correction and comment, the user first highlights the text, named annotation keywords, to be annotated. Then the teacher assigns an error code by using two pull-down menus to indicate its major error category and error type. In this system, five major error categories are applied: (1) writing style, (2) composition structure, (3) sentences, (4) words and phrases, and (5) agreement, tense, and voice. Under each major error category, there are different numbers of error types (Lo, Wang, & Yeh, 2008). After assigning the error type, the user then clicks on one of the annotation tools

to activate the corresponding function to place the error correction mark into the annotation keywords. The annotation tools include “Delete”, “Replace”, “HighLight”, “Insert-Before”, “Insert-After”, and “Move”. The system will store all related information in Annotation Database. As the user moves the cursor over the annotation mark, related annotation information will be shown and the user can delete the correction mark by clicking the “Delete this annotation” button (Figure 3).



Figure 3. Illustration of annotation information

In this system, the user can freely switch between the *annotation mode* (see Figure 2) and the *review mode* (Figure 4) to neatly review the corrected document without showing the correction marks (cf. Figure 2). In review mode, the annotation tools are hidden.



Figure 4. Illustration of Annotation Editor (Review Mode)

2.3 Database

Three database modules are included in the system, Document Database, Annotation Database, and Error Record Database. Document Database stores the documents students have written in HTML format through Document Maker. Annotation Database stores the related information of annotations. Annotation Database offers the information for error analysis (manipulated by Error Analyzer). Error Record Database stores the error distribution data of students and documents computed from Error Analyzer.

2.4 Error Analyzer

Error Analyzer accesses the database and analyzes students' error distributions. Error analysis of for an individual student is helpful to realize the most severe barrier a student faces in writing. On the other hand, error analysis for a group of students is helpful to realize the errors most students have made in writing.

2.5 Viewer

Viewer is where users view their documents after being corrected. Like Annotation Editor, the user can freely switch between the *annotation mode* to view correction marks and the *review mode* to neatly review the corrected document without showing the correction marks. It is different from the Annotation Editor (see Figure 2) in that the annotation tools are hidden for both annotation mode and review mode. Through Viewer, students can know which

parts of their documents are corrected and get detailed error feedback by moving the cursor over the annotation marks (see Figure 3). In addition to view the corrected documents, the student can check the correctness of such correction marks by comparing the original text of a document (the upper window of Figure 5) and the correction marks of document created by the teacher (the lower window of Figure 5).



Figure 5. Illustration of comparisons between original document and teacher's correction

2.6. Error Practice Interface

In this system, after being corrected, every document can be suggested for error correcting practice to assist students for enhancing their writing abilities. From Database, Error Practice Interface can search for other documents, written by other students, with the most similar error distribution pattern for error correction practice purposes. The

error ratio vector of student j in document p is represented as $\left(\frac{E_{p1j}}{E_{pj}}, \frac{E_{p2j}}{E_{pj}}, \dots, \frac{E_{pej}}{E_{pj}}\right)$, where E_{p1j} : the number of

errors of error code i that student j has made in document p , E_{pj} is the total number of errors that student j

has made in document p , $E_{pj} = \sum_{i=1}^e E_{p1j}$ and e is the total number of error types included in the system. If the error

ratio vector of another student k in any document q is $\left(\frac{E_{q1k}}{E_{qk}}, \frac{E_{q2k}}{E_{qk}}, \dots, \frac{E_{qek}}{E_{qk}}\right)$, the similarity, $S(pj, qk)$, between

student j in document p and student k in document q is computed by Equation 1. The larger $S(pj, qk)$ is the more similar between these two documents in error distribution patterns. The system then recommends the document with the largest similarity value to student j for error correcting practice.

$$S(pj, qk) = \frac{\sum_{i=1}^e \frac{E_{p1j}}{E_{pj}} \cdot \frac{E_{qik}}{E_{qk}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^e \left(\frac{E_{p1j}}{E_{pj}}\right)^2 \sum_{i=1}^e \left(\frac{E_{qik}}{E_{qk}}\right)^2}}, \text{ for all } q\text{'s and } k\text{'s} \quad (\text{Equation 1})$$

After practicing correcting a document q written by a peer, the student can check the correctness of such correcting practice by comparing the “correction marks” of document q made by himself (the upper window of Figure 6) and the correction marks of document q made by the teacher (the lower window of Figure 6).

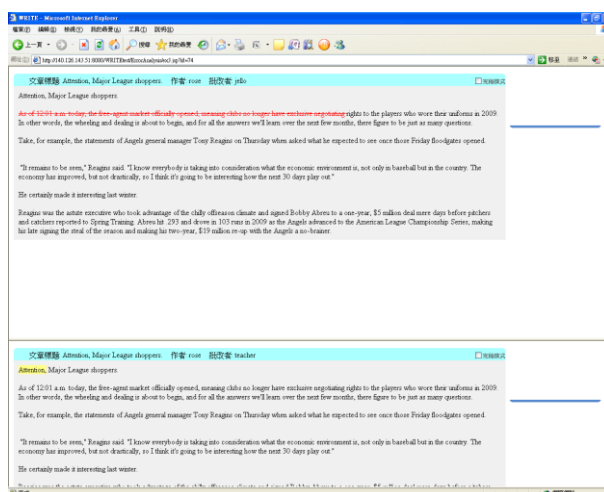


Figure 6. Illustration of comparisons between the student's and teacher's corrections

3. Conclusions

Corrective feedback and error correction are important tasks for EFL writing instruction. Students' major difficulty in error correction lies in their failure to detect errors. Researchers proposed that error correction and feedback can be implemented with online annotation techniques. Annotations on digital documents can be easily shared among groups of people, making them valuable for a wide variety of tasks, including providing feedback. The constructive learning theory views learning as an active process where learners should learn to discover principles, concepts and facts for themselves. It emphasizes the importance of encouraging guesswork and intuitive thinking in learners ("Wikipedia", 2006). Learning by practicing encourages guesswork and intuitive thinking in learners. Error correcting practice can help learners understand reasons for writing errors. Therefore, this study developed an error correcting practice mechanism which is integrated into an online error correction system called WRITE. The purpose of this error correcting practice mechanism is to enhance students' error correction and peer assessment processes. WRITE, developed by Lo, Wang, & Yeh (2008), is a web-based annotation system to provide for error correction, error feedback, and error analysis in English writing instruction. With this system, users can make error corrections on digitized documents, on the general web browser such as Microsoft Internet Explorer, with online annotations in the same way as the traditional paper-based correction approach. The system not only feedback correct answers, teachers' comments, and the grammatical error type for each error to students but also provide a convenient interface for students to implement error correcting practice of documents with similar error distributions.

Acknowledgements

This is part of a study that has been generously supported by the National Science Council of Taiwan, R.O.C. (NSC 96-2411-H-033-006-MY3).

References

- Barger, D., Gupta, A., Grudin, J., & Sanocki, E. (1999). Annotations for Streaming Video on the Web: System Design and Usage Studies. *Proceedings of WWW 8*, Toronto, Canada. 61-75
- Bostock, S. (2006). *Student Peer Assessment*. Retrieved November 24, 2006, from http://www.keele.ac.uk/depts/aa/landt/lt/docs/bostock_peer_assessment.htm.
- Ede, L., & Lunsford, A. (1992). *Singular text/Plural authors: Perspectives on collaborative writing*. Carbondale & Edwardsville: Southern Illinois University Press.

- Flower, L., & Hayes, J.R. (1981). A Cognitive Process of Writing. *College Composition and Communication*, 32 (4), 365-387.
- Golovchinsky, G., & Marshall, C. (2000). Hypertext interaction revisited. In *Hypertext 2000*. New York: Association for Computing Machinery, 171-179.
- Hanrahan, S.J., & Isaacs, G. (2001). Assessing self- and peer-assessment: the students' views. *Higher Education Research and Development*, 20(1), 53-70.
- Hedgcock, J., & Lefkowitz, N. (1994). Feedback on feedback: Assessing learner receptivity to teacher response in L2 composing. *Journal of Second Language Writing*, 3, 141-163
- Lee, I. (1997). ESL Learners' Performance in Error Correction in Writing: Some Implications for Teaching. *System*, 25(4), 465-477.
- Li, L., & Steckelberg, A.L. (2005). Peer assessment support system (PASS). *TechTrends*, 49(4), 80-84.
- Lo, J.-J., Tsao, C.-H., & Yeh, S.-W. (2005). Using Online Annotations to Facilitate Reading: System Development and Empirical Studies. *Chung Yuan Journal*, 33(2), 193-214.
- Lo, J.-J., Wang, Y.-C., and Yeh, S.-W. (2008). WRITE: Writing Revision Instrument for Teaching English, *The 3rd International Conference on E-learning and Games (Edutainment 2008) (LNCS 5093)*, Nanjing, China, 1-8.
- Ogata, H., Yoshiaki, H., & Yoneo, Y. (2000). CoCoA2: Computer supported collaborative language learning environment based on online proofreading. *Proceedings of ED-Media 2000*, Montreal, 801-806.
- Topping, K.J. (1998). Peer Assessment between Students in College and University. *Review of Educational Research*, 65(3), 249-267.
- Wolfe, J. (2002). Annotation technologies: A software and research review. *Computers and Composition*, 19, 471-497.
- Yeh, S.-W., & Lo, J.-J. (2009). Using Online Annotations to Support Error Correction and Corrective Feedback. *Computers & Education*, 52 (4), 882-892.

運用概念圖輔助國小學童提升基礎邏輯設計能力之初探

Using conceptual Map to enhance basic logic design in elementary school students

王曉璿

國立台中教育大學數位內容科技學系

hswang@mail.ntcu.edu.tw

陳文鴻

國立台中教育大學數位內容科技學系碩士專班

rrayibm@gmail.com

邱宜箴

台中市永安國民小學

joycc219@gmail.com

【摘要】本研究旨在探討以概念圖之教學策略輔助學生，經由學習 Scratch 程式語言，以提升學生基本邏輯設計能力。本研究採用準實驗研究法，以國小五年級學生 8 人，分為實驗組 4 人及控制組 4 人參與了 3 節課的實驗教學活動。教學過程中蒐集了前測問卷及後測問卷進行分析，並紀錄兩組學生完成作品的時間及評量作品完成度。研究結論如下：(1) 實驗組以概念圖教學策略進行教學後，對課程主要概念的了解程度比控制組學生要高。(2) 實驗組以概念圖教學策略進行教學，平均完成作品的時間比控制組學生要短。(3) 實驗組以概念圖教學策略進行教學，作品的完成度比控制組學生要高。

【關鍵詞】 Scratch、電腦程式、概念圖

1.前言

Scratch 是由美國麻省理工學院所發展的一套新的視覺化程式語言，能使 8 歲以上的孩童輕易利用其圖像化積木式的特性創造出屬於自己的互動故事，動畫，音樂及藝術作品。兒童不需花時間在程式的語法及指令上，只需專心思考利用 Scratch 程式積木架構出所欲創造的任務。

概念圖(concept map)是由美國康乃爾大學學者 Novak 和其同僚，根據 Ausubel (1968)的認知學習理論，研究發展出一套促進思考、幫助理解學習材料的方法(Novak & Gowin,1984)。它是一種教學與學習的策略、方法(Heinze-Fry&Novak,1990)、也是一種評量技術(Novak & Gowin,1984)。概念圖是以階層的方式將概念間的關係呈現出來，能使學童對程式設計的內容有完整的概念，有助於學生對程式問題的解決與學習，進而提升學生基本邏輯設計能力。

因此，本研究旨在以概念圖的教學策略下，探討實驗組與控制組學生在學習 Scratch 程式的歷程及所完成的 Scratch 作品差異性。分析教師在以概念圖的教學策略下，是否有助於學生在學習 Scratch 程式後能提升基本邏輯設計能力。

2.文獻探討

2.1 兒童程式設計

Logo 程式語言的倡導者 Paper 認為兒童可以學習電腦程式，他於一九六〇年代發展出來的程式語言 Logo，目的在提供一種簡易且功能強大的電腦程式語言，以幫助兒童跨出學習撰寫程式的第一步，他認為學習程式將可使兒童之思考方式更有條理，並提升邏輯判斷能力 (Martin,1999)。賴健二也(2002)指出，中小學生應該學習程式語言，因為它可增進學生之邏輯思考能力、組織能力和問題解決能力。林美娟等人(2005)在研究結果指出，兒童不僅能夠學習也喜愛程式語言，大部份的父母親也支持在小學可以教授兒童電腦程式。許秀影(2007)表示，讓小朋友學寫程式，主要是要用電腦訓練人腦。透過學習程式語言，強化孩子們數學分析、邏輯思考能力。

學習程式的主要有兩個階段，首先學習程式語言的單字、語意型態和指令；接下來是學習「演算的思考」。然而，事實上這二者方法對初學者是困難的 (豐佳燕， 陳明溥 2008)。賴健二(2004)也指出，對程式設計初學者，尤其是兒童來說，要了解程式語言的語法是相當困難的。所以，許銘津、劉明洲(1993)的研究指出要發展一套電腦教學軟體，在教學法、教材的安排和人機介面的設計等過程都必須考量兒童本身的認知結構及心理成熟因素。

由美國麻省理工學院專門針對兒童設計發展了 Scratch 程式語言，它是以程式積木替代了傳統程式語言的指令及語法，免除了兒童記憶程式語法、指令的困擾；加上，其針對兒童設計的視覺化介面更可引起學生學習程式的興趣。

因此，Scratch 程式語言相當適合無程式基礎的國小學生用以學習程式語言的概念，進而提升學生基本邏輯設計能力。

2.2 Scratch 程式語言

Scratch 軟體是由美國 MIT Media Lab 的 Dr.Mitchel Resnick 所領導的 Lifelong Kindergarten Group 所發展的一套免費的程式語言。Scratch 最先是在 2007 年夏天發表釋出，Scratch 的設計靈感來自於教學童們程式設計時遇到的種種困難，其目的在幫助八歲以上的兒童學習數學以及計算觀念，增加創意思考、有系統的邏輯推理和合作學習 (Scratch 官方網站，2009)。

Scratch 的特色是以積木組合的方式讓兒童撰寫程式，可以輕易的創造出互動式的故事、動畫、遊戲...等等。Scratch 的圖型化視窗介面大致分為四個區塊，左邊視窗為程式區塊，主要功能以顏色區分為八類程式，分別為動作、外觀、聲音、畫筆、控制、偵測、數值與邏輯運算、變數等，每一類程式下的指令都是以積木的形式來呈現；中間視窗為角色屬性區，角色的程式積木及各項屬性是在本區製作，本區為學童揮灑創意的區塊；右上角視窗為舞台區，

使用者可用來檢視作品；右下角視窗為演員表，所有的角色都會出現在此視窗。



圖 1 Scratch 操作介面區塊

Scratch 的主要核心精神為：”Imagine， Program， Share “。 Scratch 的官方網站提供了社群的分享平台，能讓使用者分享她們所創作的作品，也可以輕易的下載其他使用者的作品原始檔案。藉由觀摩他人的分享作品，能夠學習他人優秀的創意想法及程式邏輯設計概念，並將有用的想法再造成為自己新的創意。

由於以上這些特點相當適合兒童在程式設計課程中使用，因此本研究採用 Scratch 程式語言為研究工具。

2.3 概念圖簡介

概念圖是 Novak 和 Gowin 於 1984 年以 Ausubel 「有意義的學習(meaningful learning)」理論為基礎所發展出的工具，透過此工具學生可以將認知的知識更具體化，將了解的知識透過圖形表達出來，老師可以更清楚知道學生已經學會什麼知識，以達到有意義學習的目的 (Novak & Gowin, 1984)。

吳文芳(2006)指出概念圖是一種視覺化的空間圖形組織，它強調把雜亂、無秩序的概念依照合理的邏輯順序加以分類，且依照概念範圍的大小進行階層性的排列，透過連結語的串結將不同階層或是不同類別的概念作有意義的連結，建構成一個有意義的知識結構網絡。

林素妃(2007)指出概念圖可以清晰顯現教師所要呈現的教學單元或學習者的概念架構，因此教師可以幫助孩子如何學習，並達到重要的教學目標，也可在學生學習新知識之前，了解學生的先備知識，以有效修正另有架構。

因此，概念圖對教師而言可以是為一種教學策略，對學生而言是一種學習策略。

(一) 教師事先提供概念圖作為一種教學工具。

(二) 學生主動建構概念圖作為一種學習策略。(Novak & Gowin, 1984; 余民寧, 1997)

在本研究中，以教師事先提供概念圖作為一種教學工具，幫助學生統整階層化組織知識的能力和運用該知識的能力。

3. 研究方法

本研究採用準實驗法進行教學實驗，旨在以概念圖的教學策略下，探討實驗組與控制組學生在學習 Scratch 程式的歷程及所完成的 Scratch 作品差異性。

本研究準實驗研究法研究變項如下：

共變項：(1)實驗前研究對象的背景 (2)實驗前研究對象的程式設計能力。自變項：教學策略 (1) 概念圖教學 (2) 講述教學策略。實驗處理：(1)實驗組：概念圖教學策略組 (2)控制組：講述教學策略組。依變項：立即效果(1) 實作練習表現(2) 觀察紀錄。

3.1 研究設計

3.1.1 研究場域

研究者與研究對象是位於台中縣某國民小學，研究者選定任課之國小五年級學生 8 位參與教學實驗，研究者在此次研究中的角色為教學者及觀察者。

3.1.2 研究對象

選定 8 位國小五年級學生，參加前先填寫「是否有程式設計相關背景?」的前測問卷，問卷結果顯示 8 位國小五年級學生均未曾接觸過程式設計相關經驗或課程。研究者將這 8 位學

生分成兩組，一組為實驗組，一組為對照組。實驗組學生將由研究者採概念圖教學策略進行教學及作業評量；另一組為對照組，由研究者採傳統電腦教學法進行教學及評量。

3.1.3 研究場地

本研究是利用電腦教室進行教學。教室內共有教師電腦一台，學生電腦四十台。教室中具有教學廣播系統一套，可作為教師講解示範之用；並具單槍投影機一部，作為顯示概念圖及佈題之用。

3.1.4 教學設計及教學時間

本研究採實驗組與控制組分開教學，教學設計完全相同，差別在於實驗組在教學時採用單槍投影機輔以概念圖的提示進行教學；而控制組則以一般傳統電腦教學方式(講解示範,學生操作)進行教學。

教學時間共 120 分鐘，分三節完成，第一節介紹 Scratch 基本功能介紹，第二節以程式設計的主題「迴圈」進行教學。第三節由教師以迴圈為主題進行佈題。

3.2 研究工具

3.2.1 Scratch 程式教學課程

Scratch 教學課程共三節課，課程內容為研究者自編。由於學生之前未接觸過 Scratch 程式語言，因此第一節課的課程設計目標是使學生了解 Scratch 的基本操作及功能。第二節課的課程目標是由研究者以迴圈為主題將其概念及操作以「左右來回拍球」的實例進行講解。第三節課則由研究者根據迴圈的主題命題，由學生根據命題完成作業並上傳至作業展示網站。

第一、二節進行實驗組教學時，利用投影機將概念圖投影進行課程的提示，而教學中也隨時對照目前課程在概念圖中的位置。而控制組則採取老師講述的方式，透過電腦教室內的廣播系統，逐步教授 Scratch 課程內容。

第三節課為評量課程，實驗組給予題目的概念圖一張，並以投影機投影教師 Scratch 範例的執行結果。而控制組則給予題目的文字敘述一張，並以投影機教師 Scratch 範例的執行結果。(如表 1)評量題目為：小貓咪打了三壘安打，球掉下來了(重複三次以上動作)。

表 1 教學課程內容總表

	課 程 設 計	實 驗 組 教 學	控 制 組 教 學
第一節	1.Scratch 的基本操作 2.Scratch 的功能	概念圖投影進行課程的提示	講述教學
第二節	1.迴圈概念教學與操作 2.「左右來回拍球」實例操作	概念圖投影進行課程的提示	講述教學
第三節	1.迴圈的主題命題 2.學生完成作業並上傳至作業展示網站	評量課程： 1.給予題目的概念圖一張 2.投影機投影教師 Scratch 範例的執行結果	評量課程： 1. 給予題目的文字敘述一張 2. 投影機投影教師 Scratch 範例的執行結果

3.2.2 問卷

問卷調查的時間共有兩次，分為前測與後測。在實驗教學進行前先對學生進行前測問卷的填寫，以確定學生的前測能力。在進行第二節課程完畢後填寫後測問卷，以供研究者了解學生學習成效。

3.2.3 網站

學生繳交作品網站：學生將完成後的作品繳交至本校的作業繳交系統。

問卷填寫網站：學生利用 google docs 進行網路問卷的填寫，由研究者經由管理介面蒐集後進行問卷分析。

3.2.4 觀察紀錄

記載之當天課堂學生活動與教學省思，作為研究省思與日後課程設計之參考。

4. 研究發現與討論

本章將討論實施實驗教學後的結果，並分述於各個小節中。

4.1 問卷分析

4.1.1 前測問卷

問卷內容主要在詢問學生是否已經有程式設計及使用 Scratch 程式設計軟體的經驗或概念。分析問卷結果顯示：8 位受測學生均無相關經驗或概念。由問卷結果可知學生在程式設計的起始能力均相同。

在經過了兩節 Scratch 教學後，研究者進行了第二份問卷的調查。

4.1.2 後測問卷

問卷共 10 題，內容主要在詢問研究者進行兩節 Scratch 課程後，對研究者課程中主要概念的了解程度。

表 2 實驗組後測問卷表

題數	非常了解	部分了解	完全不了解
A 生	9	1	0
B 生	9	1	0
C 生	10	0	0
D 生	10	0	0

表 3 控制組後測問卷表

題數	非常了解	部分了解	完全不了解
A 生	10	0	0
B 生	9	1	0
C 生	0	10	0
D 生	4	6	0

分析問卷結果顯示(如表 2,表 3)：

實驗組在以概念圖教學策略進行 Scratch 程式語言的教學後，學生對課程主要概念的了解程度比控制組學生還要高。

4.2 完成作品分析

學生在完成作品後自行上傳至本校作業繳交系統中，由於本校作業繳交系統已能支援直接播放 Scratch 檔案，並能下載學生作品之原始檔，對於研究者分析學生的作品完成度相當方便。研究者以學生完成作品的時間及作品完成度進行分析比較。(如表 4,表 5)

作品題目：小貓咪打了三壘安打，球掉下來了(重複三次以上動作)

表 4 實驗組作品分析表

	完成作品時間	作品分析
A 生	21 分鐘	完成研究者的所有命題(部份以研究者未教授的程式積木替代)

B 生	29 分鐘	完成研究者的所有命題
C 生	18 分鐘	完成研究者的所有命題
D 生	18 分鐘	完成研究者的所有命題

表 5 控制組作品分析表

	完成作品時間	作品分析
A 生	24 分鐘	對於時間的計算有問題,導致開始迴圈後開始有問題
B 生	30 分鐘	完成研究者的所有命題
C 生	28 分鐘	完成研究者的所有命題
D 生	24 分鐘	學生對於題目的理解有問題,棒球動作未完成,小貓米跑壘動作未完成,迴圈未完成

分析作品結果顯示：

實驗組在以概念圖教學策略進行 Scratch 的教學，學生平均完成作品的時間比控制組學生還要短。實驗組在以概念圖教學策略進行 Scratch 的教學，學生作品的完成度比控制組學生還要高。

由分析作品結果所知：在概念圖的教學策略下，經由 Scratch 程式語言後，學生具有潛在提升其基本邏輯設計能力的效益。

5.結論與未來研究方向

5.1 結論：

本研究是透過概念圖的教學策略引導國小學生使用 Scratch 程式語言，以提升學生基本邏輯設計能力的準實驗教學，根據分析問卷、學生作品的完成時間及完成度，研究者的研究結論如下：

- (1) 實驗組以概念圖教學策略進行教學後，對課程主要概念的了解程度比控制組學生要高。
- (2) 實驗組以概念圖教學策略進行教學，平均完成作品的時間比控制組學生要短。
- (3) 實驗組以概念圖教學策略進行教學，作品的完成度比控制組學生要高。

5.2 未來研究方向：

本研究為初探性研究，根據研究結果顯示，實驗組在以概念圖教學策略進行 Scratch 程式語言教學後，學生對課程主要概念的了解程度及作品完成度表現較優，確實具有潛在提升學生基本邏輯設計的學習效益。

因此，建議後續研究可延伸 Scratch 程式語言的主題式教學單元，增加教學與操作時間。研究對象方面，未來可以提高樣本數，輔以合作學習方式完成小組專題作品。

参考文献

- 王士豪 (2007)。應用概念圖教學探討國中生學習成效之研究。國立高雄師範大學物理學系碩士論文。高雄。
- 余民寧 (1997)。教育測驗與評量：成就測驗與教學評量。台北：心理出版社。

- 林素妃 (2007)。運用概念圖教學探究國中生概念改變之研究—以「壓力」單元為例。國立高雄師範大學物理學系碩士論文。高雄。
- 吳文芳 (2006)。不同概念構圖教學策略對社會領域學習成效研究。國立新竹教育大學教育心理與諮商學系碩士論文。新竹。
- 許銘津、劉明洲 (1993)。國小電腦教學軟體發展策略之研究。八十一學年國小數理科教育學術研討會論文集，89-109 頁。
- 楊世麒 (2001)。以概念構圖作為探究國小高年級學童水循環概念的概念改變研究。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。台北市。
- 賴健二 (2002)。VB 程式設計進階教材。台北市：財團法人資訊工業策進會。
- 賴健二 (2004)。兒童視覺化中文程式語言之開發與研究。國立台北師範學院教育傳播與科技研究所碩士論文。台北市。
- 豐佳燕、陳明溥 (2008)。國小學生學習電腦程式之研究- 以 Stagecast Creator 創作遊戲為例。GCCCE2008 第十二屆全球華人計算機教育應用大會。
- 許秀影 (2007)。http://blog.roodo.com/pan_shan/archives/2007-07.html。金寧數位機會中心網站。
- Heinze -Fry, J.A., & Novak, J.D. (1990). Concept mapping bring long-term movement toward meaningful learning. *Science Education*, 74, 461-472.
- Lin, M.C, Yen, L. Y., Yang, M.C., Chen, C.F. (2005). Teaching Computer Programming in Elementary Schools: A Pilot Study. Paper presented at NECC, 2005.
- Martin , C. K. (1999). Teaching Basic Computer Science Concepts through Programming by Example: A study teaching middle school students computer science using Stagecast Creator.
- Novak, J.D.& Gowin, D.B. (1984). Learning how to learn. Cambridge, London: Cambridge University Press.
- Papert, S.(1980). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: asic Books.
- Scratch (2009)。Scratch | Home | imagine, program, share。http://scratch.mit.edu/.

激發式動態教材設計中適性指標對眼球運動之影響

A Study on the Effects of the Adaptive Pointer on Eye Movement

in the Triggered-based Animated Instructional Design

廖子慧

國立新竹教育大學

郵件信箱：little1001@gmail.com

陳明璋、陶振超

國立交通大學

郵件信箱：{mjchen, taoc}@mail.nctu.edu.tw

【摘要】 激發式動態呈現是指在數位教材畫面中以一物件做為激發器，控制一連串物件動態出現的一種呈現方式。而適性指標是一種視覺物件，透過激發式動態呈現的方式，教學者能彈性地操控這些物件，使之在前注意處理歷程自動化運作，以動態引導學習者的注意力，適時注意教學訊息的關鍵所在，減少工作記憶負擔降低認知負荷，進而產生有效的學習。本研究旨在探究數學科激發式動態呈現教材中「適性指標」對學習者「眼球運動」的導引情形，以質性研究方法進行分析，藉以評估教材訊息導引設計，並進而提出適性指標的運用建議以做為多媒體教材設計之參考。

【關鍵詞】 激發式動態呈現、適性指標、眼球運動

Abstract: *Trigger-based animation is the use of objects as triggers to control a series of animations in digital materials. Adaptive Pointer is a visual object, by the trigger-based animation, instructors can control the presentation adaptively, causing Adaptive Pointer to be attracted automatically in preattentive processing, guiding students' attention adaptively in order to make them notice the essential messages and to promote the learning effects. The purpose of this study is to explore the effects of the Adaptive Pointer on learner's eye movement in the trigger-based animated instructional design, to evaluate instructional material guided design, and furthermore to provide suggestions on Adaptive Pointer applications for multimedia instructional material design.*

Keywords: Adaptive Pointer, eye movement, trigger-based animation

1. 前言

Sweller 與 Mayer 等學者提出多項以認知心理學為基礎之多媒體教學設計原則(Mayer, 2009; Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998)，有助於降低學習者的認知負荷並提高學習成效，為當前設計多媒體教材時的重要依據。Sweller 與 Mayer 都提及注意力對學習的重要性而分別提出分散注意力效果、時間接近原則、空間接近原則及信號原則等教材設計原則。注意力在訊息處理過程中扮演非常重要的角色，當注意力聚集於某心智事件時，會驅動人去回憶心智事件，搜尋長期記憶裡儲存的訊息並加以組織、整合與理解，如此才能產生學習。注意力是學習的

首要條件，要學習某樣東西必須先注意到它的存在，而且，要能注意到事物的「關鍵」所在才能產生有效學習(鄭昭明，2006)。

用視覺來傳遞訊息是最普遍的學習形式，在視覺特徵上「突出」的物件是引起外源性(exogenous)定向注意力的重要刺激，它會在感知的面向產生局部的對比，例如：顏色、方向、移動或突然出現等特徵。掌握這些突出的特徵有助於減少視覺搜尋的時間(Treisman & Gelade, 1980)。更有研究指出，物件出現移動的情況似乎會比物件的突出特徵更能有效地捕捉注意力(Hillstrom & Chai, 2006)。因此，在教學訊息設計上除了可以用文字或語言提供一些線索來引導學習者產生內源性(endogenous)定向注意力外，還可利用訊息的物理特徵、呈現方式或資訊本身的有趣度等視覺特徵來引起學習者的外源性定向注意力，以使關鍵訊息得到較多的認知資源。上述這些視覺特徵即「適性指標」的精髓。適性指標是一種視覺物件，包含形狀(form)、顏色(color)、深度(depth)及運動(motion)等方面的視覺特徵。本研究期望透過激發式動態呈現的方式對這些靜態、動態特徵的操弄來引導學習者的注意力，使其能適時注意關鍵訊息並將之優先處理，以降低工作記憶負荷進而產生有效學習。突出的物件在視覺注意力方面的研究廣泛，然而這些結論在複雜任務如多媒體教材的學習上是否依然有效可行，仍需更多的考量。

因此，本研究利用眼動追蹤方法探討教材畫面的訊息設計，以少量樣本進行質性的現象觀察與分析，藉以瞭解「適性指標」在複雜的教學訊息呈現中對學習者眼球運動的影響，依據結果探索適性指標的作用並提出運用建議。眼動相關研究對於眼動行為的解釋並無一定準則，可能因不同的受試者、實驗材料、情境等因素而有不同解釋。因此，本研究除了利用眼動追蹤系統蒐集眼動資料外，亦採取其它資料如問卷、學習成效測驗卷及個人背景資料等，輔助釐清眼動行為之實際意涵並加以詮釋。

2. 文獻探討

2.1.AMA (Activate Mind Attention)系統與激發式動態呈現

深究 Sweller 及 Mayer 等人提出之多媒體教學設計原則，對於教師的介入以及引導教學方面鮮少著墨。然而課堂多媒體教學環境的主要學習方式是「教學者引導學習」，由教學者主控訊息呈現的步調，使學習者的思維、教師的口語導引以及教材能相互搭配。教師的口語導引必須要能與螢幕上的訊息相互呼應；而螢幕上的訊息則必須適當的編排與設計，學習者才能快速地選取相關的訊息，以使這些訊息進行組織與整合，減少有限的認知資源於搜尋訊息。簡單地說，教師是多媒體教學裡重要的一環，學生的認知歷程相當程度受到教師的導引。在教師引導學習的訴求之下，Mayer 等人提出的多媒體教材設計原則是否能滿足教師引導學習的教材設計，有待進一步探究。

AMA 系統是一個以 PowerPoint 簡報軟體為平台，針對教師授課導向所發展的媒體設計及展演環境，其核心功能之一為「激發式動態呈現」—在數位教材畫面中以一物件當作激發器(trigger)按鈕，操作者能控制此按鈕並激發一連串訊息動態出現(陳明璋，2008)。透過激發式動態呈現，教學訊息可以以預定或隨意的順序與速度彈性地呈現，適當地激發學習者注意力、引導學習，營造互動的學習環境，增加師生間的認知互動。且教師得以依據教學現場的各種反應，彈性地調整教學的內容、順序與步調，進而提昇教學成效。

激發式動態呈現的目的不僅止於激發注意力，更求能激發心智活動。透過適當的教學引導降低工作記憶負擔，使教學訊息與知識能在工作記憶中有效處理，進而保留並轉換成基模而儲存於長期記憶中，以達最佳的學習成效(林煜庭，2007；陳明璋，2008)。

2.2. 適性指標

「適性指標」是一種視覺物件，透過激發式動態呈現的方式，教學者能彈性地以互動方式操控這些物件，使其視覺特徵的功能在前注意處理歷程自動化運作，讓學習者能在不耗費注意力資源的情況下，適時地從與學習不相關的程序或訊息中退出，並重新投注到與基模建構相關的重要訊息上，使這些訊息能被優先處理。亦即，適性指標能「動態引導」與「重新導向」注意力。此外，適性指標亦能透過適當的設計引導發現訊息間的關聯性(林煜庭，2007)。

林煜庭(2007)由視覺認知科學、認知神經科學及資訊視覺化等相關領域的廣泛文獻探討，並配合激發式動態呈現的特質，找尋支持適性指標有效性之理論，從中歸納整理出適性指標包含下列四方面之視覺特徵：1.形狀特徵—利用目標物在方向(orientation)、長度(length)、寬度(width)、尺寸大小(size)、彎曲程度(curvature)、模糊處理(blur)等特徵上與干擾物有所區別，或是替目標物外加標記(added marks)來達到突顯效果；2.顏色特徵—基於顏色的變化在視覺與心理上會帶給人不同強度的感受，可利用色相(hue)及色彩強度(intensity)上的差異來達到強調的效果；3.深度特徵—利用物體之間相互遮蔽關係或圖層的上下關係營造出知覺上的立體深度(stereoscopic depth)及凹凸感受(convexity & concavity)以增加語言描述的彈性並影響視覺搜尋效果；4.運動特徵—利用突然出現(new object)、瞬變(transient)、接近(looming)、抖動(jitter motion)、突然由靜而動(new motion)、閃爍(flicker)、運動方向(direction)及運動一致性(coherence)等特徵來吸引注意力及動態改變注意力投注的位置。上述方法在實際運用上需考量教材內容元素以做適當設計。

2.3. 眼動追蹤技術

眼球在觀看過程中會在畫面的某個位置短暫停留，再快速移動至下一位置，並非平滑地在每個視點上移動。短暫停留與快速移動分別稱為凝視(fixation)和掃視(saccade)。若將一系列凝視落點依時序列出，即形成視線軌跡(scanpath)。多數情況下，眼球運動與注意力有著非常緊密的關係(Duchowski, 2003)。眼動追蹤技術能測量個體眼球注視位置、移動順序與路徑，協助研究者瞭解人類視覺過程的注意力分佈及認知運作。客觀的眼動資料能輔助改善介面設計(Poole & Ball, 2005)，更可幫助改善學習過程(Calvi, Porta, & Sacchi, 2008)。

在教育領域方面，目前的眼動追蹤研究素材多為靜態的整合圖文，即使是動態，大多僅止於投影片一頁頁撥放的形式，每頁分割為數個大區塊並統計各區塊的眼動數據，探究教學元件動態呈現之實驗寥寥可數。再者，這些研究所探討的教學環境大都以自學式為主，然而對在學學生而言，平時的學習模式卻是教師課堂教學形式佔最大比例。在課堂教學情境下，影響學習與注意力的外在因素非常多，多媒體教材如何吸引學生的注意力，使他們能有效吸收教學訊息進而產生有意義的學習，是教學設計者應關切的首要重點。因此，本研究試圖藉由客觀的眼動記錄，探究在數學科課堂授課教材的範疇之下，激發式動態教材中的適性指標對學習者眼動情形的影響，藉以瞭解適性指標的注意力導引效果，進而評估教材訊息的設計。

3. 研究方法

3.1. 研究設計與研究對象

本研究採用質性研究之歷程分析，以眼動追蹤系統為工具，並施以問卷、成效測驗及個人背景資料等做不同型態資料之間的對照，進而分析探討適性指標對學習者眼球運動之影響。

實驗對象為新竹市某國中一年級學生，採便利抽樣選取六人為樣本，平時數學科學習成就百分等級分別為 77、74、68、64、43 及 38。

3.2. 研究工具

3.2.1. 激發式動態呈現之適性指標教材 本研究以「 n 條直線最多可把平面分割成多少區域？」為實驗教材，設計上單純以瞭解學習者眼球運動為目標，著重在教學過程中幾何元素的動態呈現，對於引起學習動機方面並未多加著墨，如情境設計、互動性與回饋等；在教材元素的編排上主要是基於視知覺的特性來設計，而多媒體教材設計原則主要是由認知負荷的觀點切入，兩者有所不同。教材長度約十二分鐘，對於國中學生的注意力持續時間而言長度適中(Jensen, 1998/2003)。此主題之教學目標為發現規律，涉及遞迴關係推導，對國中一年級學生而言稍為困難，然而因本實驗教材以激發式動態呈現方式將教學訊息做適當的組織及呈現，並加上適性指標導引學習，將能幫助學生降低外在認知負荷並理解較困難的教學內容(Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998)。雖然實驗教材是以課堂教學導向設計的，但因眼動實驗需於實驗室個別進行，因此採取錄製的方式以使口語解說及激發式動態呈現的順序與時間標準化。

3.2.2. 眼動追蹤系統 本研究使用非接觸式紅外線視訊系統「EyeGaze」及分析軟體「NYAN」進行眼動資料的擷取、紀錄與分析。

3.2.3. 學習成效測驗卷 配合本研究之目的，實施學習成效測驗是為比對學習者在教學過程中之眼動行為以做推論之用，而非以不同學習者之間學習成效的比較為標的。研究者依據實驗教材的學習目標設計共有五大題組之學習成效測驗卷，以測量學習保留情形。

3.2.4. 學習狀況調查問卷 目的是為瞭解受試者在觀看適性指標教材進行學習時的想法與感受，包含對教材內容之聲音及圖像訊息的呈現方式、速度，及教材內容困難度等方面的主觀感受，可分為觀看教材歷程之自我檢視與數位教材使用經驗兩大部分，共十七題。

3.2.5. 個人背景資料 本研究擬請受試者的數學科任課教師提供學生之背景資料，包含先前數學科學習成就及平時上課狀況等，以協助研究者對眼動資料的分析與解釋。

3.3. 實驗流程

適性指標教材眼動實驗總長度約為四十五分鐘，流程如下：1. 實驗簡介—實驗進行前先讓受試者瞭解研究流程及實驗規範，約二分鐘；2. 眼動校正—眼動追蹤系統開始運作前進行眼動追蹤校正，約三分鐘；3. 觀看教材—進行學習活動，同時眼動追蹤系統對其眼球進行追蹤與記錄，約十二分鐘；4. 學習狀況問卷調查—學習活動完成後，填寫共計十七題之問卷，約十分鐘；5. 學習成效測驗—最後進行共五大題組之學習成效測驗，約十五分鐘，實驗完成。

3.4. 資料分析

3.4.1. 眼動資料分析 研究者依據教材內容、口語段落及畫面出現的物件等標準，將龐大的眼動原始資料切割成五十四個小段落，並進一步統計分析受試者在各個小段落教材畫面中對各區域的凝視時間、凝視次數及視線軌跡等。本研究主要採用三種眼動追蹤指標來瞭解學習者的眼動情形：1. 關注區域凝視時間比率(某小段落所有關鍵區域凝視時間總和/總凝視時間)：用以瞭解適性指標的設計是否能使觀看者有高搜尋效率；2. 平均凝視時間(總凝視時間/總凝視次數)：瞭解受試者對訊息確認時間長短以及訊息設計的醒目程度；3. 視線軌跡：瞭解觀看者的視線在各個關注區域之間的轉換情形，以及畫面上元素的安排效能(Jacob & Karn, 2003)。

在眼動情形的分析上是以「視線軌跡圖」為主，「眼動數據資料」為輔，並將畫面上的訊息與當時的口語解說相互比對，以瞭解當時所解說的內容為何，進而判斷重疊區域的眼動情形。如是資料將能協助瞭解受試者在整個教材各個段落的眼動情形、各部份訊息的比重等，以進行質的分析。

3.4.2. 學習成效測驗、問卷與個人背景資料分析 研究者依三角檢定標準，反覆檢視眼動資料、學習成效測驗、問卷及個人背景資料等，搭配教材內容逐段檢視眼動資料，綜合分析與歸納各種不同來源的資料以做忠實的描述與詮釋。

4. 研究結果與討論

4.1. 適性指標引導眼動情形效果分析

4.1.1. 各種適性指標呈現模式之眼動情形 本研究實驗教材中有九項較常使用之適性指標呈現模式，每種模式包含一種以上的適性指標，以下說明其對眼動情形的導引作用，對應之視線軌跡圖如圖 1。

4.1.1.1. 畫線動畫 (含 *new object*、*new motion*、*flicker* 指標) 在畫線動畫起始位置不具提示的情況下，學習者在動畫剛出現的一瞬間，眼球來不及跟著導引而移動，造成凝視點並非平均分佈於直線之上，如圖 1(a)。此現象可能與前注意理論有關，畫線動畫的動態視覺特徵一開始在前注意力處理歷程以自動化的方式運作，吸引學習者的注意，使得學習者的視線跟著畫線動畫的方向移動，其中存在著短暫的時間差。爾後，進到注意處理階段對該物體做進一步的分析處理，因而將視線放在較具關鍵性的位置一兩個交點間的線段之上。而在有提示畫線動畫出現位置的情況下，學習者的視線在動畫的一開始即能跟隨指引，如圖 1(b)，此種呈現模式具有重新導向學習者注意力的效果。

4.1.1.2. 實虛相間的直線 (含 *stereoscopic depth* 及 *new object* 指標) 當學習者觀看實虛相間的直線時，凝視點傾向於觀看中間的線段，忽略兩端的線段，如圖 1(c)。可能因為該直線之線段數少，使得學習者只需觀察中間線段即可得知共有幾段。此結果顯示實虛相間的直線設計應能幫助感知線段的分隔。

4.1.1.3. 表格處出現答案 (含 *new object* 指標) 圖 1(d)中，學習者不會只專注於圖區或表格，而是會在兩者之間不斷來回移動。顯示學習者可能一方面受到思維的影響，在圖區尋找答案；另一方面又受到新出現物件的影響而觀看表格處答案，並企圖建立兩種不同型式訊息的關聯。

4.1.1.4. 交點閃爍 (含 *flicker* 指標) 在圖 1(e)中的圖區部分，凝視點主要聚集於多個黑色交點的中間部分，可見黑色交點閃爍的設計應該具有吸引視線的作用。此現象也顯示，當有多個交點同時閃爍時學習者會傾向於觀看這些訊息的中間部分。

4.1.1.5. 底色質感式共同區域 (含 *added marks* 及 *new object* 指標) 當畫面上有底色質感式共同區域時，學習者的凝視點大都分佈在其所標示的區域之上，並且會在標示區域及其相關訊息之間來回移動，如圖 1(f)，可見底色質感式共同區域應能幫助學習者對訊息的聚焦及定位。

4.1.1.6. 外加指標—箭頭 (含 *added marks* 及 *new object* 指標) 當學習者的視線在表格區與圖區來回移動時，能準確的落在箭頭處所指的位置上，如圖 1(g)。顯示即使當多個重要訊息之間的距離遙遠，外加箭頭指標能幫助學習者對訊息的定位。此外，箭頭也可用來表現訊息步驟及關聯性，協助學習者將注意力聚集至當下之重要訊息上，如圖 1(h)。

4.1.1.7. 外加指標—底線 (含 *added marks* 及 *new object* 指標) 圖 1(i) 中，學習者的視線大多停留在有底線指標標示的位置上，顯示底線可能具有提示重點的作用。

4.1.1.8. 舊訊息淡化 (含 *intensity* 指標) 當學習者看到訊息淡化的一開始，對於消失的訊息部分會感到疑惑而注視它，隨即將視線轉移至其他區域尋找有意義的訊息，如圖 1(j)。

4.1.1.9. 顏色群化 (含 *intensity*、*hue* 指標) 在圖 1(k) 中，學習者的凝視點幾乎都分佈於以顏色標示的直線及表格中相對應的底色質感式共同區域之上。顯示採用顏色來分別標示不同狀況的直線顏色與表格底色的策略可能引發了物件群化效果，能幫助學習者做訊息之間的對應。

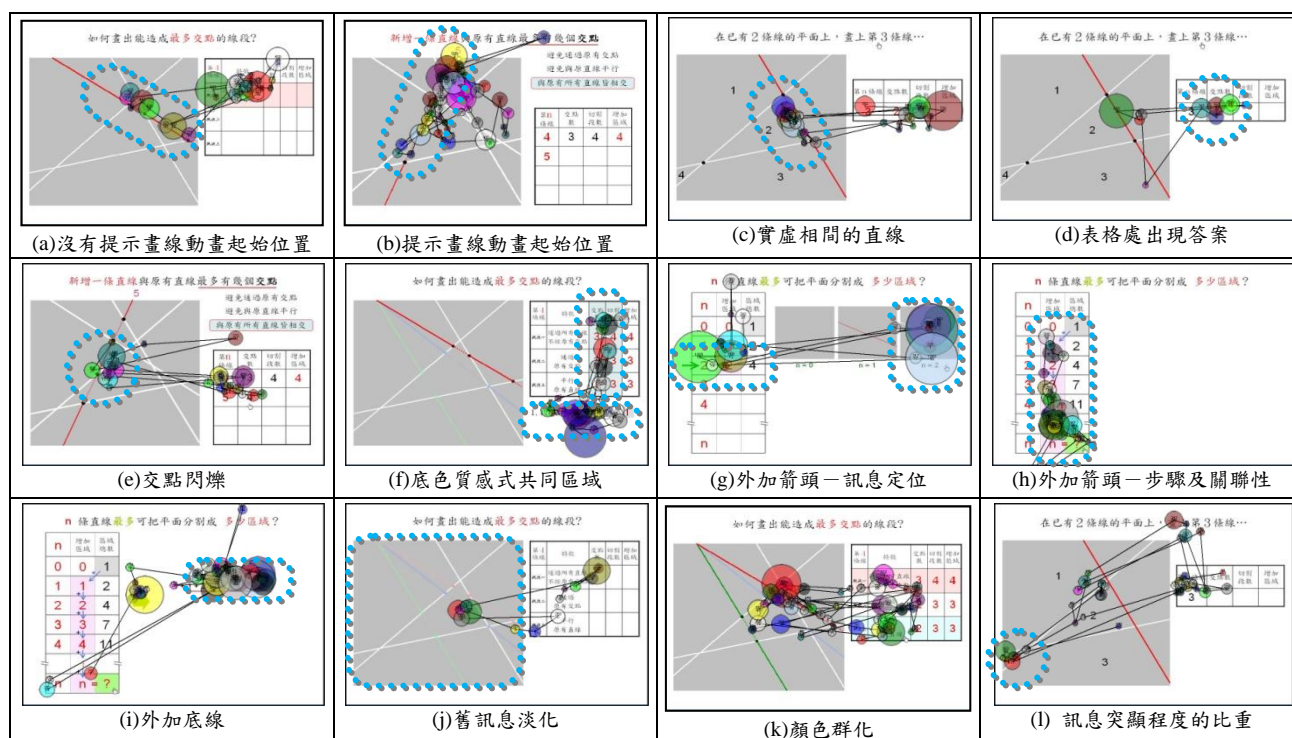
4.1.2. 影響眼球移動之其他因素 除了關切上述九種呈現模式之眼動情形之外，研究者亦發現有部分眼動情形與設計教材時的眼動期望有所差異，詳述如下。

4.1.2.1. 訊息突顯程度的比重 圖 1(l) 左下角的黑色交點於該小段落並與認知活動相關的必要訊息卻依舊存在於畫面中，使得學習者除了觀看重要訊息之外，凝視點大多都還會落在黑色交點之上。顯示此黑點吸引注意力的能力過強，造成學習者注意力分散。

4.1.2.2. 多個訊息同時出現 當畫面上有多個訊息同時出現時，突顯的物件過多，造成容量超荷，因而產生注意力分散的情形，如圖 1(m)。

4.1.2.3. 訊息重複性 當訊息過於複雜或是呈現方式一再重複時，學習者可能會開始進入自己的思維，並企圖在畫面中尋找自己理解內容所需的訊息，使得適性指標指引注意力的效力降低，造成各個學習者對訊息的凝視點分佈一致性較低，如圖 1(n)、(o)。此結果符合認知負荷理論之引導消退效應(guidance fading effect)。

4.1.2.4. 視線傾向—依靠某條直線的傾向、集中的傾向 圖 1(p) 中學習者的視線有「依靠某條直線」的傾向。此現象可能與完形心理學中的「連續律」有關：雖然白色直線在畫面中顏色相對較淡，理當不會對視線有太大的影響，但可能因其形狀具連續性且平順，易被知覺為一個整體而具有吸引注意力的作用。圖 1(e) 中，學習者在觀看紅色直線時，凝視點大多分佈於紅色直線中之虛線線段，此現象顯示眼球在看東西的時候會訂出一個範圍，使得視線收斂到某個區域之內。



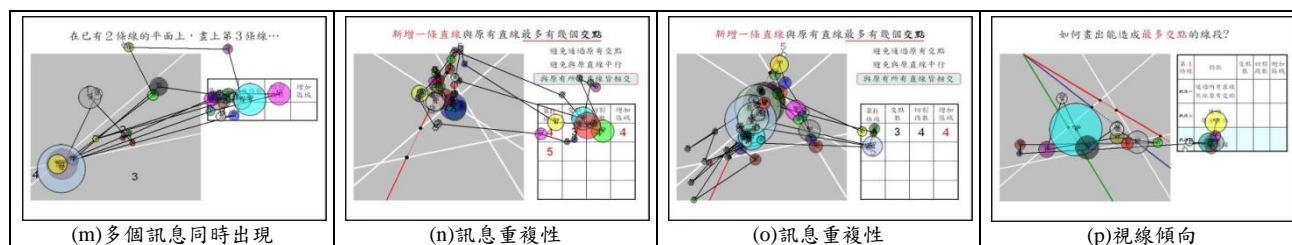


圖 1 視線軌跡圖

4.2. 各種資料綜合分析與討論

在學習成效與眼動資料交叉分析結果方面顯示，某些概念較困難的教材段落，其畫面中的訊息太過複雜，使得適性指標的突顯效果不佳，且學習者無法在短時間之內理解。此外，研究者發現學習成效測驗答題正確性與眼球移動是否能受到適性指標的導引似乎沒有相對應的關係，且即使兩位受試者的眼動情形類似，也可能會不一樣的測驗結果。此現象的可能解釋是，學習者未必在重要訊息呈現當下就立即看到並瞭解意義，因此眼球的移動可能會比訊息呈現的速度慢些，而概念的形成是持續進行的，不會侷限於訊息出現的某個小段落中，因此本研究以小片段眼動資料來探究眼動情形與學習成效兩者關係的方式並未獲得肯定的推論。

本研究也發現適性指標對於平時上課能配合老師教學步調者的眼球移動導引效果較其他學習者佳，且他們對於關鍵區域凝視的比率也較高。但在學習狀況問卷調查結果中的答題結果並沒有呼應眼動情形。此結果顯示，類似的生理反應不見得會造成同樣的心理負擔，因此學習者的生理反應和心理感受未必一致，兩者的對應關係可能會受到個人特質、學習成就及電腦相關學習經驗等其它因素的影響。此外，由學習成效測驗結果與問卷調查結果來看，學習者對於教材的主觀看法與測驗成績亦無直接相關。

5. 結論與建議

5.1 適性指標的運用建議

由實驗結果可推斷，適性指標對於學習者眼球運動的導引確實具有一定的作用，其能吸引學習者的視線、幫助對重要訊息的聚焦；而在需要同時比對多個訊息以發現關聯時，能協助對訊息的定位。適性指標能幫助教師更有效率的將重要教學訊息傳遞給學習者，使學習者的眼球運動能與教師的引導和講解同步。依研究結果可歸納下列五項適性指標設計考量因素。

5.1.1. 訊息突顯程度的比重 當使用某一類適性指標來突顯訊息時，應同時考慮畫面上物件之其他方面的特徵。例如，當欲利用運動特徵之新物件出現指標來強調某物件時，應同時考慮畫面上所有訊息的形狀特徵(如面積大小)或顏色特徵(如明度差異)等，以確保欲強調訊息的突顯程度是最佳的。

5.1.2. 同一瞬間突顯的訊息個數 突顯的訊息將會被優先處理，當有多個訊息在同一瞬間出現或是同時被突顯時，會造成分散注意力的情形，無法強調出重點訊息。因此在設計適性指標時，同一瞬間產生變化的訊息不宜過多，應以不超過學習者的感知負荷為原則。若在必需引導學習者發現多個訊息之間關係的狀況下，則可考慮讓欲突顯的效果陸續出現，並給予足夠的時間掃描訊息以組織整合這些資訊。

5.1.3. 訊息重複性 當訊息呈現方式一再重複時，適性指標指引注意力的效力會降低。但因學習者未必在重要訊息呈現當下就立即看到並瞭解其意義，因此教材設計上有時還是需重複講解重要的內容，以幫助在理解上產生困難的學習者。

5.1.4. 視線傾向 視線傾向(如依靠某條直線的傾向、集中的傾向等)會影響適性指標的導引效果。因此在設計適性指標時，應考量人類的知覺特性，才能正確的突顯出重要的訊息。

5.1.5. 提示線索 對於連續性的訊息呈現(如畫線動畫)可提供提示線索，讓學習者的眼球運動有所準備，將能使得適性指標的導引作用更佳。

5.2. 對後續眼動追蹤教育研究之建議

本研究為首次嘗試將眼動追蹤技術運用於適性指標教學研究中，因此研究過程仍有許多問題需要考量及克服，以下就本研究所遇到的問題對後續眼動追蹤教育研究提出建議。

5.2.1. 施測連續時間不宜過長 本研究發現十二分鐘連續的眼動實驗長度對國中一年級學生而言過長，專注力無法持續維持。因此實驗教材設計應考量受試者心理耐性及生理疲勞忍受度。

5.2.2. 實驗教材應依據概念完整性做適當切割 一般心理學及傳播研究之眼動實驗的片段(trail)大多以呈現一個圖像或畫面為單位，為期僅數秒鐘。而在教育研究方面關注的大多是學習過程的眼動情形，時間長度勢必較心理學及傳播研究為長。建議未來研究可以以教材內容中的概念整體為單位將教材切割成有意義的適當片段，也許可短至五分鐘以內，並讓學習者能自行控制學習進度，使施測的連續時間不至於過長，以降低眼動實驗的失敗率。

5.2.3. 教材畫面區域的劃分應謹慎處理 由於本研究所關注的是學習者對於數學科教材中所包含細緻元素的眼動情形，如一條直線、一系列數學式等，元素之間的關連性(element interactivity)強，且常有重疊的情形，造成研究者在分析眼動資料時，對教材畫面區域的劃分難度提升。建議未來研究可將畫面上的訊息與當時的口語解說相互比對，進而瞭解當時所解說的狀況為何，並以此做為判定凝視點落在何者之上的基礎。區域的切割以及關鍵區域的訂定是影響眼動資料分析的重要因素，未來研究應謹慎處理以避免研究結果的偏差。

參考文獻

- Calvi, C., Porta, M., & Sacchi, D. (2008). *e5Learning, an E-Learning Environment Based on Eye Tracking*. Paper presented at the IEEE International Conference, Santander, Cantabria.
- Hillstrom, A. P., & Chai, Y. C. (2006). Factors that guide or disrupt attentive visual processing. *Computers in Human Behavior*, 22(4), 648-656.
- Jacob, R. J. K., & Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. In R. Radach, J. Hyona & H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 573-605). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97-136.
- 林煜庭(2007)。適性指標：多媒體學習中一種基於視覺認知理論的引導方式。國立交通大學理學院碩士在職專班網路學習學程碩士論文。
- 梁雲霞(譯)(2003)。Jensen, E. 著。大腦知識與教學(Teaching with the Brain in Mind)。台北：遠流。
- 陳明璋(2006)。數學簡報系統——一個克服數位落差之教師專業發展環境。第十屆全球華人計算機教育研討會。
- 陳明璋(2008)。一個以授課為導向之數位教材設計及展演環境—Activate Mind Attention (AMA)系統。國民教育月刊。
- 鄭昭明(2006)。認知心理學——理論與實踐。台北：桂冠。

Conceptualizing the Framework for Developing an Online Resource Bank Geared to School Education

KONG Siu Cheung, LI Kai Ming, CHENG Kwok Shing, KWOK Wai Ying
Department of Mathematics and Information Technology
The Hong Kong Institute of Education
Email: {sckong, kmli, chengks, waiyingk}@ied.edu.hk

Abstract: *In its latest IT in Education Strategy, the government of Hong Kong is committed to develop an online resource bank of curriculum-based digital resources for supporting learning and teaching in school education. The study reported herein aimed to conceptualize the framework for developing such online resource bank in Hong Kong. For collecting solid information from a wide spectrum of relevant stakeholders, 12 sessions of focus group discussions were conducted with school leaders, teachers of major subjects, students, parents, government officials, and educational publishers in the school education sector in Hong Kong. The results found that teachers in Hong Kong were experienced in using digital resources, in particular PowerPoint, video and animation, for supporting subject teaching and learning. The results also asserted the need of an online resource bank in Hong Kong for teachers to accurately access curriculum-based learning and teaching resources. Based on the expectations identified in this study, three options are recommended for the development of the target online resource bank. The first option suggests the compilation of digital entities, such as electronic texts, presentation slides, images, videos and animations, for curriculum delivery. The second option suggests the organization of the digital resources into teaching schemes for delivering subject curricula, especially for those subjects with limited textbooks available in the market. The third options suggests the compilation of learning materials, such as guiding worksheets, with digital resources for students, especially those with average and high learning motivation, to conduct theme-based or project-based self-regulated learning.*

Keywords: online resource, resource bank, school education

1. Introduction

The educational use of digital resources in curriculum delivery is considered beneficial to students for generating varying educational experiences. In this regard, there is a growing popularity of the use of digital resources for learning and teaching across different grades in school education throughout the recent 2 decades (Greenhow, Robelia & Hughes, 2009; U.S. Department of Education, 2009). One possible way is to introduce a network of distributed digital resources for learning and teaching in online resource banks (Nicholson & Lankes, 2007). Online resource banks which can offer access to the digital resources with metadata specifically describing the category and purpose of each digital resource in the online resource banks are recommended in this situation (Currier, Barton, O'Beirne & Ryan, 2004; Koppi, Bogle & Lavitt, 2004).

The government of Hong Kong has made significant investment in promoting local school education sector to use digital resources for educational purposes. With the enthusiasm for using digital resources in daily learning and teaching among local teachers and students, the government of Hong Kong has recognized the need for strengthening the support

for teachers and students to efficiently and effectively access useful digital resources. In this regard, an action “to provide a depository of curriculum-based teaching modules with appropriate digital resources” is made in its third Information Technology in Education strategic document (Education Bureau, 2008). The study reported in this paper aimed to conceptualize the framework for developing the online resource bank under this action.

2. Background of Study

With the capability to compute and store information and share information via connectivity in digital form, information technology (IT) is considered potential to play the role of an information repository to serve as a storehouse of information (Greenhow, Robelia & Hughes, 2009). This role enables IT to demonstrate an educational value in the dissemination of rich digital resources among teaching professionals without geographical and disciplinary boundaries. In the twenty-first century, it is a promising trend for governments over the world to put effort into the development of national online resource banks for supporting curriculum delivery in school education (Centre for Educational Research and Innovation, 2009; Greenhow, Robelia & Hughes, 2009). The primary goal of these online resource banks is to support the sharing and reuse of digital resources for teaching and learning. Digital resources are stored in a way that facilitates teachers and students to easily share, source and adapt desirable digital resources for a variety of educational purposes (Margaryan & Littlejohn, 2008; Wilson, 2004).

In countries with advanced development in IT in education, such as Australia, the United States (US), the United Kingdom (UK), Singapore and Canada, the governments and quasi-governmental bodies have greatly invested in the promotion of the use of digital resources for the learning and teaching in school education. The abovementioned 5 countries have put considerable effort into the development of online resource banks of digital resources for learning and teaching at the subject-specific and cross-subject levels. Table 1 lists the online resource banks in these 5 countries.

Table 1. Online resource banks in 5 countries with advanced development in IT in education.

Country	Online resource bank
Australia	<i>Education Network Australia</i> – A cross-curricular online resource bank developed by Education.au Limited in 1997 URL: http://www.edna.edu.au/edna/go/resources
	<i>The Le@rning Federation</i> – A cross-curricular online resource bank developed by the Australian Education Systems Officials Committee in 2001 URL: http://www.thelearningfederation.edu.au/for_teachers/for_teachers_intro.html
	<i>Illuminations – NCTM</i> – A subject-specific online resource bank developed by the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) in 2000 URL: http://illuminations.nctm.org
United States	<i>National Science Digital Library</i> – A subject-specific online resource bank developed by the National Science Foundation (NSF) in 2000 URL: http://www.nsdli.org
	<i>Federal Resources for Educational Excellence</i> – A cross-curricular online resource bank developed by the U.S. Department of Education in 2006 URL: http://www.free.ed.gov/
	<i>National Education Network</i> – A cross-curricular online resource bank developed by the British Educational Communications and Technology Agency (Becta) in 2003 URL: http://www.nen.gov.uk/tandl
Singapore	<i>Edumall2.0</i> – A cross-curricular online resource bank developed by the Ministry of Education (MOE), Singapore in 2009 URL: http://www.edumall.sg/
Canada	<i>Ontario Educational Resource Bank</i> – A cross-curricular online resource bank developed by the eLearning Ontario in 2006 URL: http://www.elearningontario.ca/eng/bank/Default.aspx

The 8 online resource banks listed in Table 1 primarily aim at providing students and teachers with suitable and handy digital resources to better support the learning and teaching of major subjects in the own national curricula. There are 2 major sources of the digital resources in the development of such online resource banks. The first source is the digital resources created by the developers of the online resource banks. The second source is the digital resources produced by the parties, such as professional bodies and general teachers, other than the developers of the online resource banks.

According to Margaryan and Littlejohn (2008), two types of preparatory work are essential for the developers of online resource banks for learning and teaching to conceptualize the framework for the user-centered and influential online resource banks. The first one is the identification of global trends toward the development of such online resource banks. The second one is the identification of general practices and overall expectations of the frontline practitioners in the use of digital resources in curriculum delivery. The goal of the study reported herein was to conceptualize the framework for developing an online resource bank that is geared to the needs of the school education sector in Hong Kong. This study targeted at investigating the general practices and overall expectations of the educational use of digital resources in school education in Hong Kong. There were 2 research questions in this study:

- (1) What are the current approaches adopted by the frontline practitioners in Hong Kong for using digital resources in learning and teaching in the school education sector?
- (2) What are the future expectations from the frontline practitioners in Hong Kong for developing an online resource bank for the school education sector?

3. Methodology

Focus group discussion is a common qualitative research method, which is in the form of face-to-face interview with a small and fairly homogeneous group, for capturing real-life data in an exploratory manner inside a social environment (Parker & Tritter, 2006). A total of 12 sessions of semi-structured focus group discussions were conducted in the study to deepen insights into the current approaches and future expectations in the local use of digital resources for learning and teaching in school education.

By purposive sampling (Fraenkel & Wallen, 2006), key stakeholders in school education, namely school leaders (including Principals and Assistant Principals (Academic)), teachers of major subjects, students, parents, government officials, and educational publishers in the school education sector in Hong Kong, were invited to share their views in 12 respective sessions of focus group discussions on the use of digital resources for learning and teaching. The focus group discussions targeted at 2 types of information: the current approaches for the use of digital resources in major subjects; and the future expectations for the development of online resource bank in school education. Discussion guides were specially designed for respective groups of stakeholders. Systematic summaries were made after analyzing the content of excerpts from transcripts of the discussions.

4. Results and Discussions

4.1 Current Approaches for Using Digital Resources in the School Education Sector in Hong Kong

The results found that frontline practitioners in the school education sector in Hong Kong had rich experience in the use of digital resources for curriculum delivery. Teachers who taught major subjects indicated their habitual use of digital resources for supporting the preparation of teaching materials and the delivery of subject knowledge. With the provision of IT infrastructure and technical support at school, the teachers frequently used digital resources, mainly PowerPoint (e.g., notes introducing subject topics), video (e.g., video clips on video sharing websites), websites (e.g.,

subject-specific e-learning platforms for online exercises) and cognitive tools (e.g., subject-specific software, animations and simulations) for the purpose of information delivery, within class time to support class teaching. In addition to the ones provided by textbook publishers and subscribed by schools, the teachers usually obtained free digital resources through the Internet. Table 2 shows the status quo of the educational use of digital resources in the school education sector in Hong Kong.

Table 2. Status quo of the educational use of digital resources in the school education sector in Hong Kong.

Issue	Main responses
Usage objectives	<ul style="list-style-type: none"> • To induce authentic learning of the development of integrated ability in language subjects • To assist in concept explanations and class demonstrations in science subjects • To support theme-based or project-based learning in social science subjects
Major resources	<ul style="list-style-type: none"> • PowerPoint slides (e.g., notes introducing subject topics) • Videos (e.g., video clips on video sharing websites) • Websites (e.g., subject-specific e-learning platforms for online exercises) • Cognitive tools (e.g., subject-specific software, animations and simulations)
Key sources	<ul style="list-style-type: none"> • Textbook publishers • Local educational authorities • Local broadcasting organizations • Internet

There were subject-specific goals in the use of digital resources for curriculum delivery in school education sector in Hong Kong. For the language subject area (i.e., the one related to Chinese Language and English Language), teachers used digital resources in general classrooms to induce authentic learning for the development of integrated ability in language use. For the science subject area (i.e., the one related to Mathematics, Science and Technology), teachers introduced digital resources in class time for concept explanation and class demonstration. For example, mathematics teachers used subject-related cognitive tools in general classrooms for providing visual evidences in the illustration of abstract concepts. Science teachers used subject-related cognitive tools in science laboratories to demonstrate scientific experiments in the explanation of scientific phenomena. Technology teachers adopted multi-media digital resources to support the illustration of procedural knowledge in subject-specific special rooms. For the social science subject area (i.e., the one relates to Personal, Social and Humanities Education), teachers made use of subject-related websites to support theme-based or project-based learning in the relevant subjects.

Digital resources in the format of video were most commonly used across different subject areas. The reason behind is due to the growth of video sharing websites for sharing free video clips about everyday issues. However, it was noticed that the language, science and social science subject areas demonstrated slightly different patterns in the selection of digital resources. As for the language subject area, digital resources ranging from static PowerPoint slides to interactive websites were selected for use in subject teaching. For the science subject area, subject-related cognitive tools which support visual representation of the concerned subject concepts were frequently used by teachers. The frontline practitioners explained that the achievement of deep learning in science subject area requires the systematic hands-on practice and observation for constructing subject concepts. As for the social science subject area, the selection of digital resources focused on subject-related websites that can support the display of multi-media information for theme-based or project-based learning tasks.

The frontline practitioners indicated that the Internet was their key source for obtaining free and subject-related digital resources across different subject areas. Local educational authorities and broadcasting organizations were also the major sources for teachers across subject areas to obtain digital resources, in particular videos related to subject

matters, for educational use. Apart from these 2 sources, textbook publisher was another major source for teachers to obtain digital resources for learning and teaching.

Although frontline practitioners asserted the general availability of subject-related digital resources for curriculum delivery, they expressed their dissatisfaction with certain limitations of the digital resources currently available in the market. For the language subject area, the frontline practitioners found that there were numerous digital resources available for basic teaching, but with an over-emphasis on language skill training and mechanical practices. For the science subject area, the frontline practitioners complained that most of the existing digital resources only gave simple descriptions without addressing the need of personalized learning and advanced learning. For the social science subject area, the frontline practitioners expressed their disappointment to the lack of local digital resources that were modified from useful and interesting digital resources from the overseas professional bodies.

4.2 Future Expectations for Developing an Online Resource Bank for the School Education Sector in Hong Kong

With the perception of insufficient tailor-made digital resources for major subjects across different subject areas, the frontline practitioners in the school education sector in Hong Kong recognized the action for establishing an online resource bank of digital resources to support curriculum-based learning and teaching. In the focus group discussions, the frontline practitioners indicated varying expectations, in terms of possible directions, main contents, desirable functions and courses of action, for the development of such online resource bank. Table 3 summarizes the future expectations for an online resource bank for the school education sector in Hong Kong.

Table 3. Future expectations for an online resource bank for the school education sector in Hong Kong.

Issue	Main responses
Possible directions	<ul style="list-style-type: none"> • To compile various types of digital resources for curriculum delivery • To collect teaching schemes of major subject topics • To organize self-regulated learning materials of major subject topics
Main contents	<ul style="list-style-type: none"> • Theme-based digital resources for authentic learning in language subjects • Cognitive tools for theme-based concept illustration in science subjects • Video clips for theme-based task orientation in social science subjects
Desirable functions	<ul style="list-style-type: none"> • Spaces for accurate keyword search • Clear description of digital resources • Individual account for each user • Spaces for feedback sharing
Courses of action	<ul style="list-style-type: none"> • To invite subject experts to participate in the compilation work for the online resource bank • To seek permission to use digital resources from overseas professional bodies

The frontline practitioners suggested 3 possible directions, in terms of the scope, format and organization of digital resources, for the development of the target online resource bank. First, the online resource bank was expected to primarily focus on compiling digital entities such as electronic text files, presentation slides, images, videos and animations, for curriculum delivery. Second, the online resource bank was expected to include not only the digital resources for learning and teaching, but also the teaching schemes for teachers, especially those teach subjects with limited textbooks available in the market. Third, the online resource bank was expected to include learning materials, such as guiding worksheets, with digital resources for students, especially those with average and high learning motivation, to conduct theme-based or project-based self-regulated learning.

The frontline practitioners pointed out that they valued the use of theme-based digital resources for flexible teaching arrangement. Teachers across different subject areas therefore looked for the availability of theme-based digital resources, in any format, in the online resource bank. The online resource bank was expected to include theme-based digital resources, in line with the subject-specific patterns in the selection of digital resources across

different subject areas. Teachers in the language subject area mainly looked for theme-based digital resources, in any form, that support authentic learning. Teachers in the science subject area mainly looked for theme-based digital resources, preferably the subject-related cognitive tools, that assist in the illustration of abstract concepts and procedural knowledge in their subject topics. Teachers in the social science area mainly looked for theme-based digital resources, preferably the subject-related video clips, that support the organization of task-based learning activities.

The frontline practitioners thought that 4 functions were necessary for the target online resource bank. The first suggested function was the provision of spaces for accurate keyword search. The online resource bank was expected to enable users to locate the desirable digital resources by entering few keywords in the search bar. The second suggested function was the provision of a clear description of digital resources. This function was considered useful for users to get information on the purpose, content and publication information (including title, date and authors) of the digital resources before choosing desirable digital resources. The third suggested function was the creation of individual user account. This function was expected for allowing users to engage in online storage, bookmarking and retrieval of selected digital resources in a one-step interface. The last suggested function was the provision of feedback sharing spaces. This function was considered helpful for users to offer comments and exchange ideas of the use of certain digital resources in the online resource bank.

The frontline practitioners further made suggestions on 2 possible courses of action in the development of the target online resource bank at the preparatory stage. The first action was inviting subject experts to participate in the compilation work for the online resource bank. The frontline practitioners expected this action would help to control the quality, in terms of contents, of the online resource bank. The subject experts were expected to select, categorize and organize digital resources that were highly relevant to the curriculum content. The second action was seeking permission to use digital resources from overseas professional bodies. The frontline practitioners considered this action helpful in extending the scope of useful digital resources that suit the local needs for learning and teaching the major subjects across different subject areas. The developer of the online resource bank was expected to seek permission from overseas professional bodies (such as the royal societies for different subject areas in the UK, BBC, UNESCO, NASA, etc.) and to prepare the Chinese subtitles of some overseas digital resources that are very useful for curriculum delivery across different subject areas.

5. Recommendations

The results of this study revealed that the frontline practitioners in Hong Kong exhibited subject-specific approaches for the use of digital resources in curriculum delivery. A set of expectations for the development of an online resource bank in Hong Kong were also identified in this study. Based on the expectations identified in this study, 3 recommendations are made in order to facilitate the development of a user-centered online resource bank for learning and teaching in school education in Hong Kong.

The first option is gathering digital resources, in various formats, in the target online resource bank for teachers to enrich their class teaching. Digital resources, in the form of text, image, animation, video, audio, and website, for supporting curriculum delivery should be compiled in the target online resource bank. In line with the subject-specific objectives in the use of digital resources mentioned in the previous sections, the developer of the online resource bank should place different foci in compiling digital resources for different subjects. For the language subject area (i.e., the one related to Chinese Language and English Language), the online resource bank should collect digital resources that support authentic learning for the development of integrated ability in language use. As for the science subject area (i.e., the one related to Mathematics, Science, and Technology), digital resources that assist in the explanation of abstract concepts and the clear demonstration of procedural knowledge in the concerned subjects should be compiled in the

online resource bank. For the social science subject area (i.e., the one related to Personal, Social and Humanities Education), the online resource bank should focus on compiling digital resources that support theme-based or project-based learning in the relevant subjects.

The second option is compiling a list of teaching schemes for teachers who teach subjects which need lesson-planning support for various reasons. Teaching schemes, in particular those from schools which demonstrate expertise in teaching certain subject themes, of major subject topics should be included in the target online resource bank. This option is considered important as an all-round teaching support for teachers in the science subject area, in which a number of subject teachers are not specialized in all the subject topics covering by the subject area. The online resource bank is expected not only to offer resource support by organizing digital resources, but also to provide pedagogical support by inspiring teachers with confidence in the good use of such digital resources for educational purposes.

The third option is organizing learning materials with digital resources, either in the theme-based or project-based approach, for providing additional and supplementary information for students to conduct self-regulated learning beyond class time. This option addresses the dual role of the target online resource bank in facilitating teachers' subject teaching and supporting students' subject learning. This option is particularly helpful for teachers in the science and social science subject areas, because these 2 subject areas often require students to complete project-based or theme-based learning tasks in the extended learning with the use of suitable and reliable digital resources.

These 3 options are correlative but not discrete. The developer of the target online resource bank is suggested to consider a flexible combination of 3 options in compiling digital resources, according to the unique needs of each major subject.

6. Conclusion

In the Third IT in Education Strategy, the government of Hong Kong pledges to provide local school education sector with an online resource bank of curriculum-based digital resources for learning and teaching. The aim of this study was to conceptualize the framework for developing such online resource bank in Hong Kong. This study organized 12 focus group discussion sessions with key stakeholder groups in the school education sector. School leaders, teachers of major subjects, students, parents, government officials, and educational publishers in the school education sector in Hong Kong were invited to express their views on the current approaches and future expectations for using digital resources and online resource bank for supporting subject learning and teaching.

The frontline practitioners in the local school education sector indicated their frequent use of digital resources for curriculum delivery. They also welcomed the development of an online resource bank which systematically compiles suitable and reliable digital resources for learning and teaching. Based on the expectations among the frontline practitioners, three recommendations are made for developing the target online resource bank. The first one recommends the compilation of digital entities in various formats for curriculum delivery. The second one recommends the organization of the digital resources into teaching schemes for delivering subject curricula, especially for those subjects with limited textbooks available in the market. The third one recommends the compilation of learning materials with digital resources for theme-based or project-based self-regulated learning.

Upon the establishment of the target online resource bank, further work in terms of 2 issues should be made to support its sustainable implementation. This first issue relates to the sustainable maintenance of the online resource bank. The developer should regularly, in 3 to 5 years, check the updates of the digital resources, in particular the ones in the form of hyperlink, after launching the online resource bank. This action would help to prevent users from follow-up search for digital resources that are re-located to different websites.

The second issue relates to the long-term promotion of the online resource bank. The developer should set measurable outcome and explicit benchmark for the use of the digital resources as well as the online resource bank, and then organize professional development activities for school leaders and teachers to plan for the educational use of the online resource bank. This action would help to promote a confident use of digital resources and online resource bank in local school education sector.

References

- Centre for Educational Research and Innovation. (2009). *Beyond textbooks: Digital learning resources as systemic innovation in the Nordic countries*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- Currier, S., Barton, J., O'Beirne, R., & Ryan, B. (2004). Quality assurance for digital learning object repositories: Issues for the metadata creation process. *ALT-J*, 12(1), 5-20.
- Education Bureau. (2008). *Right technology at the right time for the right task*. Hong Kong: Education Bureau.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (6th edition). Boston: McGraw-Hill Higher Education.
- Greenhow, C., Robelia, B., & Hughes, J. E. (2009). Learning, teaching, and scholarship in a digital age. *Educational Researcher*, 38(4), 246-259.
- Koppi, T., Bogle, L., & Lavitt, N. (2004). Institutional use of learning objects: Lessons learned and future directions. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(4), 449-463.
- Margaryan, A., & Littlejohn, A. (2008). Repositories and communities at cross-purposes: Issues in sharing and reuse of digital learning resources. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(4), 333-347.
- Nicholson, S., & Lankes, R. D. (2007). The Digital Reference Electronic Warehouse Project: Creating the infrastructure for digital reference research through a multidisciplinary knowledge base. *Reference and User Services Quarterly*, 46(3), 45-59.
- Parker, A., & Tritter, J. (2006). Focus group method and methodology: Current practice and recent debate. *International Journal of Research and Method in Education*, 29(1), 23-37.
- U.S. Department of Education (2009). Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies. Retrieved October 3, 2009, from <http://www.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>
- Wilson, B. G. (2004) Designing e-learning environments for flexible activity and instruction. *Educational Technology, Research and Development*, 52(4), 77-84.

內容型電腦輔助語言教學系統之開發與實證

Development and Experiment on a Content-based Computer-Assisted-Language-Learning System

許靜坤、王一成*、何昱穎**、張智凱***

國立臺南大學數位學習科技學系

d09608002@stumail.nutn.edu.tw

fays_hideaki@hotmail.com *

shining1211@gmail.com**

chihkai@mail.nutn.edu.tw ***

【摘要】 由於多媒體播放軟體的普及以及英語聽力的重要，本研究結合兩者發展出內容型電腦輔助語言學習工具，在訓練聽力過程中，提供暫停時自動釋義和單字分級的功能，透過實驗實際觀賞英語教學影片，和顯示字幕並使用翻譯工具輔助結果，比對其聽力理解程度，希望聽力與理解成效並沒有因實驗組查詢時隱藏部份字幕而降低，可達到系統之可用、易用及滿意，後測與問卷結果顯示本研究達到前述目標。實驗過程中，同時使用眼動儀記錄學習者的眼球軌跡，和顯示字幕並透過翻譯工具查詢的方式，比較在本系統中學習者對字幕的依賴程度是否有改變，結果不變。

【關鍵詞】 單字自動釋義、單字分級、字幕、聽力理解

Abstract: *The study develops a content-based computer-assisted-language-learning tool for training English listening by multimedia. The system provides users instant translation and classification of vocabulary automatically when they make pause in the period of watching videos. The study conducts experiments to compare the system with the traditional solution using translation machine to support the comprehension of subtitles displayed. The first goal is to support listening comprehension. The second goal is to confirm the usability of the system. The two goals have been achieved in the study. During the period of experiments, the eye tracking is used for observing the variation of relying on and gazing at subtitles. The results of vision analysis show that the degrees of relying on subtitles remain unchanged.*

Keywords: instant translation, automatic vocabulary classification, subtitles, listening comprehension

1.簡介

英語學習在現代社會中，受到了一定程度的重視，其中「聽力」不論對於母語(First language)或第二語言習得(Second language acquisition)，均扮演著相當重要的角色。聽力的學習因為發達的電腦科技以及網際網路的問世變得更加方便，例如英文歌曲的mp3檔、英語影片、或線上英語學習網站等等，都是很方便也很大眾化的資料來源。另外，由於檔案是儲存在電腦中進行，如果有遺漏掉的部分，也可以利用播放軟體很輕鬆地就能夠重新再聽一次。本研究期待透過這些多媒體影音，例如英語影片，來從事聽力的練習，可藉由電影生動有趣而且又口語化的對白，來更了解並習慣外語的文化和慣用的方式。雖然有時候會因為影片中使用的的方式太過口語而不易了解，但是能夠透過搜尋字幕檔的動作，很方便地就解決這個問題。最重要的是，透過觀看影片的方式來訓練聽力，不會有單調的感覺，而且又可以選擇自己有興趣

的影片來進行學習。

DVD影片就是最顯而易見的例子了，使用DVD影片可以很方便地決定要使用母語或外語字幕來觀看。有研究比較提供字幕和劇本來輔助學生影片觀賞，研究發現學生無法理解時比較明顯是頻頻和字幕互動而非劇本(Grgurovi & Hegelheimer, 2007)，可見字幕對於聽力理解的輔助功能。另外，有研究發現在短片觀賞的聽力實驗中，使用外語字幕的組別比使用母語字幕的組別記得更多單字，但是影片太長，可能對聽者回憶單字及內容有負面影響(Stewart & Pertusa, 2004)。所以，本研究決定選用五分鐘以內主題式教學短片，對照組全程提供英語(外語)字幕。由於目前市面上的影音播放軟體，無法另外擷取文字字幕配合翻譯軟體進行即時查詢，這會使得我們在學習時，必須多花費許多額外的時間切換到其他查詢的方式查詢不懂的單字後，再切換回影片訓練聽力，是十分沒有效率又繁複的動作。因此本研究開發內容型電腦輔助語言學習工具，來協助學習者透過普及而易取得的英語影片進行學習。

對於影片播放的基本功能，因為有研究指出對聽力理解而言，放慢語音速度並不是必要、有助益的方式(Vandergrift, 2007; Derwing & Munro, 2001)，所以訓練聽力理解設定減緩或加快播放速度是非必要功能，主要只需播放、重播和暫停等功能，為了避免重播干擾本研究探討系統輔助成效，因此本播放軟體只使用播放及暫停的操作，最為簡易讓使用者可快速使用一個簡單動作即得到系統自動的回應，其輔助功能詳述如後。對照組的受測者可按下暫停鈕後再搭配一般單字即時查詢，來輔助學習者理解。有研究指出沒有在影片中提供字幕，可讓學習者將注意力著重在「聽」並且注意和語音相關連的各種現象，例如：縮寫(reduced forms)、同化不發音(assimilation)、元音省略(elision)、重分音節(resyllabification)等等(Vandergrift, 2007)，因此透過本系統，學習者除了可以自行選擇有興趣觀看的影片內容，而且在實驗組系統提供自動單字釋義和單字分級的功能，當學習者聽不懂或無法理解影片內容時，只須按下暫停鈕，難度少於使用者設定的程度(例如2000字內)之字幕會隱藏，系統還會自動提供較困難的單字釋義給學習者，提高便利性並且將節省繁瑣的查詢時間，讓學習者專注於聽取的內容及其理解上，進而使學習者在未具備完整的字幕環境下，可同時達到訓練聽力以吸收資訊的目的。唯有企圖要去了解或釐清所聽到的是什麼的時候，學習者才會使用字幕及讀取該段文字來證實他們的理解是否正確(Vandergrift, 2007; Hulstijn, 2003)，甚至按下暫停按鈕來顯示或查詢其意義。

過去未開發類似本系統之輔助語言學習工具時，已有研究指出有字幕的組別學習成效比無字幕佳(Stewart & Pertusa, 2004)，本研究希望透過實驗來探討字幕未完全提供的環境中，仍可因為本系統單字自動分級釋義之字幕註記功能，輔助學習者達到具有完整字幕時的理解程度，除此之外，還透過眼動儀記錄來分析學習者對於字幕的依賴程度，是否因本系統所提供的功能而有什麼變化。最後，經由問卷調查，來探討本系統的可用性，並期望學習者能夠對我們開發的系統提供改善的意見。本研究的實驗對象為某大學數位學習科技學系學生31名，實驗時間為西元2009年10月到11月，實驗過程主要分為下列兩階段：首先，第一階段由學習者在按暫停播放後可使用一般即時翻譯軟體的輔助來觀看具有完整英語字幕的英文影片，視為對照組；第二階段則是由學習者使用本研究所開發的系統，當學習者觀賞過程中按下暫停鈕，就會單字自動分級顯示以及單字釋義，隱藏簡單字幕不顯示，當學習者以此環境觀看內容不同但難易度一致的另一部英文影片，此階段視為實驗組。資料收集分為三個層面，首先，學習者在觀賞影片的過程，我們使用眼動儀來進行眼球軌跡的資料收集，然後，在學生觀賞完影片之後，不論是對照組或是實驗組，學習者都會進行聽力測驗和理解測驗。最後，由學習者填寫一份有關對於本系統的易用性、有用性、滿意度的意見的問卷，問卷是以Likert 7點量

表來衡量，同時對學習者進行訪談，了解本系統對於學習者是否帶來任何幫助或是困擾，以作為本系統改良的依據。

2. 文獻探討

在台灣，不論是學生或是一般大眾，英語是外來語，因此在自然的情況下鮮少使用英語交談，當然更不可能習慣說英文。在台灣的英語教學中，會分成聽、說、讀、寫等四部分，Ou(1996)對146位大一學生做英語聽、說、讀、寫重要性調查，認為「聽」最重要的受測者高達51%。因此，我們可以確定聽力理解在學習外語時，是個很重要的環節。目前許多中學及大多數的大專院校之校內英語科評量，以及國內外各種英語檢定，例如TOFEL、TOEIC以及GEPT等等已包括聽力測驗，由這些現象來看，的確可以說明聽力學習漸漸受到重視。

本研究將透過影片的處理來訓練聽力，影片一般來說都是附有字幕的，在幾個相關的研究中也發現，有字幕的影片對於學習第二外語的學習者在閱讀、字彙、聽力方面都很有幫助(Danan, 1992)。透過影片觀賞不須使用減速或加速播放功能，訓練聽者習慣正常口語速度，是本研究的立基點，另外，從國內外研究結果可發現，影片配合字幕確實有助於外語聽力理解的(Markham & McCarthy, 2001)，因此本研究將此優點融入系統，進一步探討字幕處理對學習成效的影響。

視覺可以提供情境和非語言的輸入，影片提供外語學習者同時透過看和聽，來彌補只能聽但是卻無充份的語言知識時的處理策略(Seo, 2002)。多媒體可提供聽者聲音、影像和文字等多種型式的環境，甚至以影片而言，還可提供多種不同語言的字幕。有研究結果顯示，電腦科技對於語言學習很有幫助，使用多媒體對於字彙學習有很大的助益(Liu, Moore, Graham & Lee, 2002)。因此，本研究將探討利用字幕和多媒體工具做結合，對於學生語言學習帶來的效益。

3. 系統架構與研究方法

3.1. 系統架構

本研究開發的系統架構如圖1所示，主要有自訂影片、英文字幕、單字釋義、單字分級等四個模組。

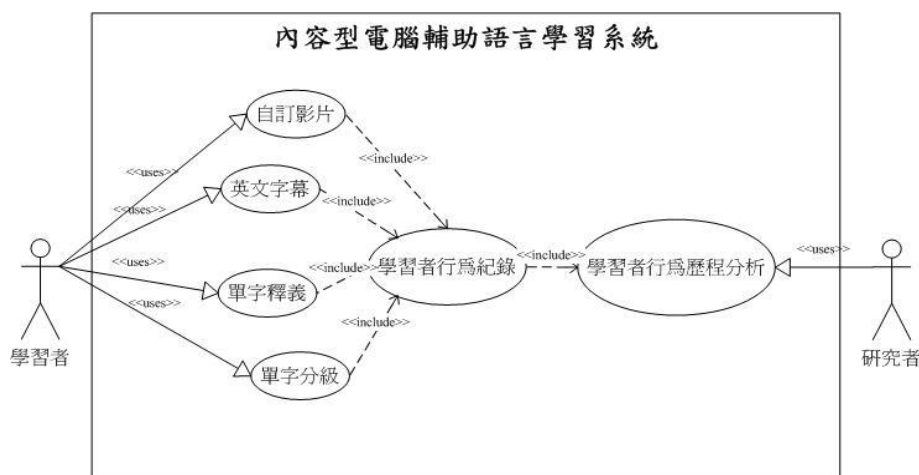


圖 1 系統架構圖

學習者決定所要觀看的英文影片後，利用本系統的單字釋義和單字分級等功能進行英語聽

的動作，只需要先決定想觀看的影片，並在影片播放時，聽不懂之處，按下暫停鈕，系統就會自行做單字分級和單字釋義的動作，且將結果自動標示出來。這個設計的目的，是希望能夠讓學習者盡量專注在聆聽和理解影片的內容，不希望讓學習者因須執行過多的查詢動作而分心，導致對學習造成不必要的干擾。

3.2. 實驗流程

本實驗在挑選實驗對象時，為盡量控制受測者英語學習的經驗多寡，因此學習英語經驗七年列為本研究控制項目之一，共計有31名某大學數位學習科技系學生成為本研究之樣本。為避免兩個實驗階段相互干擾，研究者在實驗進行前，挑選兩部難易度一致以及議題皆與計算機概論教學相關的影片，內容出現的英文單字難易度一致，且影片長度也只有幾秒差別，將兩片實驗用影片之一致性列為本研究控制項目之一。為了避免兩組影片觀看後熟悉度相互干擾，因此雖然兩組之教學影片的知識內容皆為計算機概論議題，但是一組為電腦硬體相關知識，另一組為電腦網路相關知識，不同的計算機概念。由於本研究欲探討本系統所提供的功能，是否對於學習者在觀看英文影片時的理解程度是有幫助的，因此，為了得到能解釋此研究問題的實驗結果，在進行本教學實驗時，暫不提供受測者「自訂影片」的功能，以減少由於影片不同所帶來的影響。

首先，我們將兩部影片分為前、後兩階段實驗用，在教學實驗前，對研究對象進行流程以及介面說明，進行前階段實驗(對照組)時，會預先開啟即時翻譯的軟體，供受測者在觀看影片時，如遇到不懂的生字，可以透過即時翻譯軟體來進行查詢。查詢的方式是先將影片暫停，接著將滑鼠指標移至生字上，即時翻譯軟體會在對話框中顯示單字字義，其餘無其他特殊環境設計，本階段視為對照組。

完成對照組實驗後，學生需完成後測之後，才可再進行後階段(實驗組)的實驗。實驗組採用本研究所開發的自動單字分級和單字釋義功能觀看第二部影片，一旦遇到聽不懂之處，其查詢的方式就是在影片播放期間直接按下暫停(Pause)按鈕，系統會自行做單字分級和單字釋義的動作，將難度超過2000字以上的單字自動顯示出來，並列出其字義在右邊選單中供觀眾參考，隱藏難度2000以內的單字，希望學生更專注聆聽及觀賞影片內容，如前述圖3所示。採用此一內容型電腦輔助語言教學系統完成影片觀賞的實驗，視為實驗組，實驗結束後同樣進行該影片之聽力與理解測驗。

因為受測者進行完每一階段的實驗影片觀賞後，都會進行與該影片內容之聽力和理解測驗，以瞭解受測者對影片內容理解程度的多寡，實驗組假設藉由自動單字分級與釋義功能隱藏2000字以下字幕，受測者的聽力與理解成效不會因此下降，和對照組全程具有完整字幕的理解程度可以相當，換句話說，以統計而言，便是期望檢定結果無顯著差別。兩個實驗過程，都會利用MangoldVision可攜式眼球追蹤系統(簡稱：眼動儀)來記錄使用者的眼球軌跡，以紀錄受測者觀看影片時之著眼點等學習行為。最後，依使用過程中的介面、功能、使用效果等觀感，進行問卷填寫和簡短的訪談。

4. 結果與討論

4.1. 聽力與理解程度分析

對照組和實驗組分別在觀看影片後，進行個別之聽力測驗及影片內容理解測驗。表1對為對照組和實驗組針對影片內容進行聽力測驗成績結果，進行前後成對樣本T檢定，從表1可以

看出實驗組聽力測驗成績是高於對照組聽力測驗成績，但平均分數的差距相當小，只有提升0.8分的差距，檢定結果顯示： $t = -0.15$ ($p > .05$)未達顯著水準。因此，本教學實驗結果顯示對照組和實驗組聽力成績在統計上沒有顯著差異，表示兩種不同字幕功能對於聽力理解造成的影響沒有顯著的差別。

表 1 聽力測驗成績成對樣本 T 檢定

聽力測驗成績	個數	平均值	Sd	Df	t 值	P 值
對照組	31	52.42	29.83			
實驗組	31	53.22	30.10			
對照組-實驗組	31	-0.80	29.92	30	-0.15	0.882

$P > 0.05$

表2為對照組和實驗組之影片內容理解測驗成績成對樣本T檢定。由表2中可以發現，後階段實驗影片內容理解程度平均分數要高於前階段，提高了4.84分，但是在 $\alpha = .05$ 的顯著水準之下檢定結果，對照組和實驗組影片內容理解成績也沒有顯著差異： $t = -0.862$ ($p > .05$)，也就是實驗組並沒有因為隱藏難度少於2000字的字幕，而影響學習者對於影片內容的理解，仍可獲取影片中所教授的知識。

表 2 理解測驗成績成對樣本 T 檢定

理解測驗成績	個數	平均值	Sd	Df	t 值	P 值
對照組	31	57.26	26.77			
實驗組	31	62.10	26.51			
對照組-實驗組	31	-4.84	31.24	30	-0.862	0.395

$P > 0.05$

透過前述之聽力成效統計與理解成效統計結果，實驗組和對照組皆無顯著差別，因此，本研究假設成立，表示實驗組不了解之處按下暫停鈕，系統即具自動單字分級及釋義，隱藏難度少於2000字之字幕，可輔助學習者達到顯示字幕暨人工查詢後所達到的理解程度，甚至在本研究實驗中所獲得的平均分數是提高的。

4.2. 字幕依賴程度比較

本研究使用眼動儀來紀錄受測者觀看影片時的行為歷程，並將所紀錄的資料使用相關軟體 MangoldVision Analyzer進行分析。其中，利用此分析軟體產生的熱區圖(如圖4所示)，正好可以觀察受測者在進行實驗的過程中，眼球注視的目標軌跡。熱區圖中越接近紅色的部分，表示注視的時間越久，隨著注視的時間由長至短，顏色大致上會是紅、黃、綠、藍、紫的順序來表示。因此我們使用這項工具來觀察受測者在觀看影片的過程中，是否經常將注意力放在字幕上，抑或是以觀看和聆聽影片內容為主，字幕解理為輔。在所有的熱區圖中，大致有三種分佈的情形。第一種：注視字幕為主；第二種：注視影片內容為主；第三種：綜合。三種類型的熱區圖分別如圖4由左到右所示。

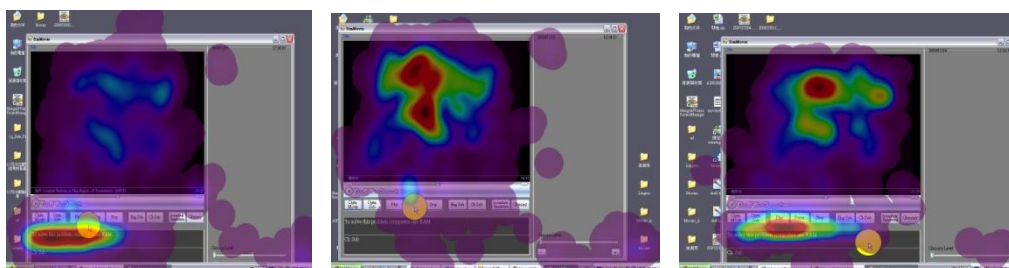


圖 4 三種類型的熱區圖

對照組的第一種類型的人有23位，第二種情況和第三種情況皆為4人。而在實驗組中，第一種類型的人有24位，第二種情況有3人，第三種有4人，將人數分佈整理如表4所示。由這個結果可以看出，大多數的使用者均有依賴字幕的習慣，推測是因為平日觀看電影或電視所帶來的習慣以及受測者本身外語能力不足導致依賴字幕，從表3人數分佈情形發現，使用本系統對於學習者對字幕的依賴行為並無太大的改變，同樣有超過七成以上的受測者習慣在看英語影片時著重凝視字幕。但是，本實驗測驗結果考滿分的兩位受測者，經熱區圖分析結果發現他們是注視影片內容為主，而非如另外七成以上的受測者都是以字幕為主，因此推論英文程度較高的學習者，再進行英語影片教學時，對於字幕的依賴程度低於一般觀眾，反之，程度較低或一般的學習者，雖然播放介面及系統功能改變，使用外語影片訓練聽力期間依然習慣仰賴字幕。

表 3 熱區分佈狀況與相對應受測人數

觀看影片時眼球注視位置	對照組	實驗組
字幕為主	23 人	24 人
影片為主	4 人	3 人
綜合	4 人	4 人

4.3. 問卷結果統計分析

本研究參考 Lewis, J. R. (1995)所設計的 Computer System Usability 問卷來測量受測者對於本系統的接受程度。內容一共有 19 個問題，分別用來測量本系統的易用性、可用性、滿意度。這份問卷是以 Likert 7 點尺度量表的問題來衡量，當受測者完成所有的實驗步驟後，即進行問卷調查，一共發出 31 份問卷，回收有效問卷樣本為 31 份。「整體易用性」調查結果如圖 5 所示，平均 56.78%的學習者對本研究開發的內容型電腦輔助語言教學系統感到容易使用。不同意本系統在易用性上表現的受測者則只有 9.04%。而對本系統易用性感到普通的則是 34.19%。由此可以看出，本系統對受測者來說，過半數的受測者是感到容易使用的。

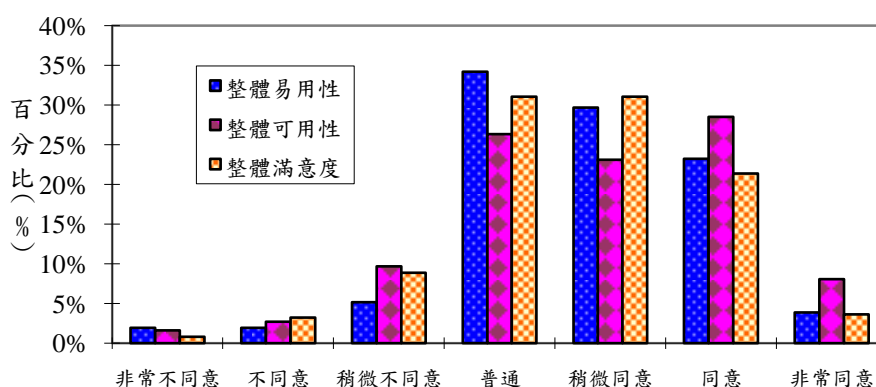


圖 5 可用性問卷調查結果

而在「整體可用性」的表現上，問卷分析結果如圖 5 所示。平均有接近六成的受測者認同本系統的可用性。不認同可用性的受測者，則大約有 13.98%。認為可用性普通的受測者是 26.34%。而表達「同意」的受測者佔了最多數，有 28.49%。最後，在「整體滿意度」的部分，如圖 5 所示，感到滿意的受測者有 56.05%；不滿意的受測者有 12.91%；認為普通的受測者是 31.05%。整體而言，本研究開發之內容型電腦輔助語言學習系統，從易用性、可用性、滿意度三個面向去探討，發現使用者接收度頗高，都有過半數表示正向意見。

5. 結論與建議

本研究實作出一內容型電腦輔助語言教學系統，實驗結果發現實驗組以自動單字分級與釋義來觀賞英語影片進行聽力訓練時，學生之英語聽力與理解程度，可達到全程顯示字幕並搭配即時翻譯軟體進行影片觀賞之理解成效。從問卷結果以及與受測者的訪談後得知，自動單字分級與釋義為學習者帶來便利性與可用性，受測者對於使用本系統感到滿意並且容易使用的人數都各有約六成。另外，從眼動儀記錄發現學生對字幕的依賴程度並不會因為字幕的顯示方式差異而有所改變。針對本研究結果，對於未來提出兩方面建議，首先於系統方面，可增加單字分級的標準，並且針對實驗對象進行前測，將可更準確了解不同程度學習者的需求，以達到適性並且增加了本系統的實用性。另外，於教學實驗方面，可探討不同難度及片長的影片之實驗結果差異，以上議題都是未來值得進一步作探討的方向。

致謝

本研究承蒙國家科學委員會專題研究計畫贊助，計畫編號： NSC 97-2628-S-024-001-MY3 與 NSC 98-2511-S-024-008，以及中央研究院合作計畫 NSC-98-2631-S-001-001。

參考文獻

- Danan, M. (1992). Reversed subtitling and dual coding theory: New directions for foreign language instruction. *Language Learning*, 42(4), 497-527.
- Derwing, T. & Munro, M. J. (2001). What speaking rates do non-native listeners prefer? *Applied Linguistics*, 22(3), 324-337.
- Grgurovi, M., & Hegelheimer, V. (2007). Help options and multimedia listening: students' use of subtitles and the transcript. *Language Learning & Technology*, 11(1), 45-66.
- Hulstijn, J. H. (2003). Connectionist models of language processing and the training of listening skills with the aid of multimedia software. *Computer Assisted Language Learning*, 16, 413-425.
- Liu, M., Moore, Z., Graham, L., & Lee, S. (2002). A Look at the Research on Computer-Based Technology Use in Second Language Learning: A Review of the Literature from 1990-2000. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(3), 250-273
- Markham, P., Peter, L. & McCarthy, T. (2001). The effects of native language vs. target language captions on foreign language students' DVD video comprehension. *Foreign Language Annals*, 34(5), 439-445.
- Ou, H.C. (1996). The effectiveness of teaching English listening comprehension as a second or foreign language learning. New York: Longman.
- Seo, K. (2002). The effect of visuals on listening comprehension: A study of Japanese learners' listening strategies. *International Journal of Listening*, 15, 57-81.
- Stewart, M. A. & I. Pertusa. (2004). Gains to language learners from viewing target language close-captioned films. *Foreign Language Annals*, 37(3), 438-447.
- Vandergrift, L. (2007). Recent developments in second and foreign language listening comprehension research. *Language Teaching*, 40(03), 191-210.

以部落格作為高等教育電子學習歷程檔案建置之可行性研究

A Study of Building E-Portfolio for Higher Education Using Blog Platform

吳佳珊¹、楊叔卿²、洪暉鈞³

清華大學資訊系統與應用研究所，台灣

{g9765518¹, d9765806³}@oz.nthu.edu.tw、scy@mx.nthu.edu.tw²

【摘要】網路媒體科技日新月異，部落格不單只是個人圖文記錄之工具，近來更結合多媒體影音及社交功能，所具備功能似能符合電子學習歷程檔案的個人歷程檔案之要求。本研究參考部落格相關研究文獻，並與電子學習歷程檔案做相互探討，證實兩者之間在系統功能的相關性。另以「計畫行為理論」為基礎，針對大學生以問卷、訪談瞭解對電子學習歷程檔案系統使用的需求與動機。針對國內某國立大學學生以問卷、小組焦點訪談等方式，瞭解學生使用電子學習歷程檔案的需求。研究指出以部落格來建置電子學習歷程檔案較能吸引學生使用，而部落格著重於互動及分享的特點，可增加師生同儕間的交流。受測者肯定部落格作為電子學習歷程檔案的相關應用。最後研究者做出以部落格建置電子學習歷程檔案之原則與建議。

【關鍵字】 部落格、電子學習歷程檔案、高等教育

Abstract: Based on the advanced Internet and communication technologies, blog is not only for posting photos and articles but also support music, video and even social interaction service. The functions blog supported may be potential to meet what E-Portfolio needs. In this paper, we review the related reference, analyze the functions of the seven main blog providers in Taiwan and present “three-phase system functions structure for E-Portfolio”. To analyze the needs and motivations of using E-Portfolio, 192 college students in Taiwan participated in this study by the questionnaire and the small group interview. The results show students agree that using blog can promote more the interactions between both teacher and students and peers. Blog has the potential to be a platform of E-Portfolio. This paper also describes an overview and guideline and makes recommendation of how to use a Blog for E-Portfolio.

Keywords: blog, e-portfolio, high education

1. 緒論

電子學習歷程檔案(E-Portfolio)為傳統學習歷程檔案之延伸，學生透過數位多媒體的方式將個人的學習歷程整合，以幫助學生瞭自我省思並作為求職或申學的依據，研究證實學習歷程檔案能夠增進學生整體的學習成效，並能幫助教師對於教學評量方法的改善(Graves & Sunstein, 1992; Yueh, 1997)。部落格(Blog)在這幾年的網路世界非常流行，部落格不只是個人圖文記錄工具，更結合多媒體影音與社交互動功能，Blog所提供的功能與E-Portfolio所追求的知識收集及記錄等需求相似，因此本研究欲部落格作為電子學習歷程檔案建置的可行性。

2. E-Portfolio

電子學習歷程檔案為傳統學習歷程檔案之延伸，學生可運用個人電腦將聲音、影像、文字及圖像等多媒體元素整合與記錄，透過系統有計畫地收集個人學習過程、成果、心得及其反

思，將學習歷程檔案成品數位化並加以保存，以幫助學生瞭解在特定期間內自我的思考、感覺、及改變，並藉此對未來即早規劃，並作為求職或申學的依據(Barrett, 1997)。E-Portfolio可包含成長及發展過程的作品，任何可以反映出學習者的經驗，並鼓勵學生依據個人目的和個人意念來建構屬於自己的電子化學習歷程檔案；而在選擇其中所包含項目的過程中，這樣的實施方式可賦予學生高度的參與感。電子學習歷程檔案應該具備以下基本功能(張基成和童宜慧，2001；蔡旻芳，2001；陳得利，2002)：

1. 存儲各種格式(聲音、影片、文字及影像等)的檔案。
2. 學習者能主動參與在電子化學習歷程檔案的學習中。
3. 能為學習者提供進行合作學習、即時交流回饋的平台。
4. 具備即時更新的功能，以方便進行合作學習和即時交流。

在本研究中，試以一個完善的 E-Portfolio 系統功能，以電子學習歷程檔案的「收集」、「互動」、「應用」三個階段的角度切入探討。

3. 部落格

部落格的原文Blog是源自於WeBlog的縮寫，指的是照時間順序在網路上定期發表文章的網路日誌的網路平台，是一種集合文字、相片、聲音、影像等多功能的發表及出版工具，其內容題材、版面設計及寫作風格由作者所駕馭(自主性高)，其程式技術與管理門檻較低(技術門檻低)，因此更具親和力(陳慶寬、謝永坤和鄭明長，2008)。透過科技的成熟以及網路社群概念的愈趨完整，部落格不再只是提供個人圖文的記錄工具，更結合多媒體影音與提供許多互動與回應的功能，發展出各種社交社群功能(跨平台互動)，加上許多第三方工具的支援與支持(例如RSS、TAG、書籤網站等)，更增添其應用上的多元性。

其中包含幾種科技特性(藝立協，2003)。

1. 標題(title)：在部落格上的每一篇文章都具有標題，提供瀏覽者在閱讀文章前自我篩選，也讓其他引用文章更為方便。
2. 文章(post)：通常會因經營者的不同，決定在文章中要使用文字、圖片、聲音或影像，也能同時使用兩種以上的呈現形式，加強部落格的多媒體特色。
3. 連結(link)：使用者透過連結將資訊分享於他人，方便瀏覽者在閱讀文章時得以進一步追蹤及確認消息來源，部落格在強調共享的精神之餘，也養成使混成學習之部落格輔助教學對學習滿意度的影響用者尊重作者的習慣。
4. 日期(date)或時間戳印(timestamp)：在發表文章的同時，系統會自動記錄當時的日期或時間，從時序的縱軸形式將文章加以歸納排序。
5. 彙整(archives)：除了依時間排序文章外，部落格工具系統亦能讓使用者自行編定「文章分類」，在發表文章的同時便決定該篇文章要歸屬於哪一個分類。使用者在使用此功能一段時間之後，亦能組織知識和想法。
6. 永久連結(permalink)：由於部落格的首頁會不斷更新，因此每篇文章都會有其永久的連結位置，無論時間的長短，都能正確的被引用。

連士傑和李世忠(2006)整理部落格在教學上的應用，其類型包括電子化學習歷程檔案(e-portfolio)、班級經營、課程管理、教師專業成長、校內/校外資訊公告及學術研究。陳順孝(2006)認為部落格應用於教育上除了可以促進教師專業發展，作為教學輔助媒體外，也可作為學生個人學習成長的工具，及垂直或平行的互動交流平台。學者Campbell (2003)則依教學目的將部落格分成三類：導師使用(The tutor blog)、學生使用(The learner blog)、導師和學

生共同使用(The class blog)。此外，莊雅如(2005)認為部落格能有效提升學生的學習滿意度，也可作為學習記錄的工具，透過文章的發表以及問答討論，學生可以清楚發現自己的學習歷程。而在課堂中使用部落格最大的優點就是能拉進老師與學生之間的距離，增加學習者被重視的感覺。

根據學者 Campbell (2003)的分類部落格在教育上的應用。導師可以利用部落格來儲存並公開個人的教學檔案，作為教師間交流的平台，進而形成知識社群。教材的便利取得有利於學生預習和複習，作為補救教學的輔助工具。學生可以利用部落格來儲存個人的作品，增加同儕間交流學習的機會，也能累積學長姊的經驗和資源，增加平行和垂直互動交流的機會。科技可即時回饋的功能，可促進師生交流，讓討論不只侷限於教室內。透過個人作品的累積，以及網路上的意見交流，讓個人知識得以持續解構、建構，最終形成學習歷程記錄。

研究並分析台灣七家部落格平台(無名、Yahoo!、Yam 天空、樂多、Pixnet、Xuite、Blogger)的系統主要功能，並將其功能對照本研究 E-Portfolio 的系統功能所提出的功能要求，彙整並說明如下：

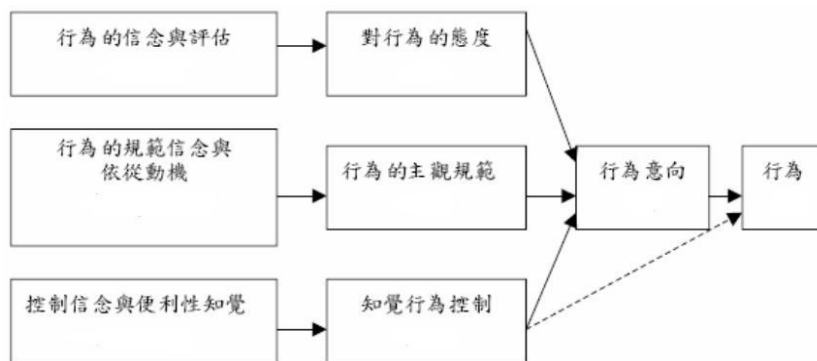
收集階段：圖片跟文字的編排是部落格最基本的功能，且現今的部落格以可已多媒體影音，並可嵌入如 Youtube 等外部影音。

互動階段：透過部落格的個別文章的回應留言的功能可幫助同儕或老師作即時的意見回饋。部落格在社交功能上的好友名單與誰來我家等功能可讓同學掌握彼此的互動，更容易幫助同學與老師之間的交流。使用者可針對同學的回應再給予個別的回覆，給予自我的修正、補充或是辯論的機會，這個功能亦可達到反思的效果。老師與同儕可方便瀏覽每個人的部落格，透過文字或影音的留言給予評語。

應用階段：在部落格上學尚可依照每篇文章的分內或是標籤，過濾出所要的內容。並且插入自訂的 CSS 語法或套用現成版面，創造個人化的呈現方式。

4. 計畫行為理論

在計畫行為理論(Theory of Planned Behavior, TPB)中，Ajzen(1985)認為行為意向除了會受到「態度」及「主觀規範」的影響外，當個人的行為意志受到內在或外在因素的限制，而出現無法完全自我控制或主導的情況時，即為「知覺行為控制」的概念。理論假設若個人對該行為所抱持的態度越正面、所感受到周遭的社會壓力越大，及對某行為認定的執行能力或擁有的資源、機會越多，則個人採取該行為的意向越強。過去有許多研究證實可以利用計畫行為理論中態度及主觀規範的變項來預測個人採用新產品或新科技的行為意圖(莊煥銘、王淑娟，2003)。本研究將採用計畫行為理論，瞭解學生對 E-Portfolio 系統使用的接受度，以及其中預測力較高的因素，其架構如圖一所示。



圖一 計畫行為理論

5. 研究方法與分析

5.1. 研究方法

本研究整理了國內外有關部落格在教育上應用之研究及 E-Portfolio 的相關文獻，並統整台灣幾個著名部落格的功能與 E-Portfolio 功能做比較。在相關文獻的探討後，製成問卷的初稿，接著以小組焦點訪談的方式訪問清華大學清華學院的師生(分成老師與學生共兩組)初步瞭解大學生的需求，進行分析討論後藉以測試問卷的可行性，再根據訪談的內容修正問卷並定稿，隨後進入問卷的測試與分析階段。資料收集同時採用網路問卷及紙本方式收集，問卷回收後進入資料編碼、分析。接著針對研究的待答問題進行討論，最後提出結論及建議。

本研究回收有效問卷為 192 份。實驗對象男女比為 104:88。其中教育程度分布為大學部學生 98 人，碩士班學生 86 人，博士班學生 8 人。本研究依據研究問題中「以計畫行為理論」為基礎，瞭解高等教育的學生對於使用 E-Portfolio 系統需求與動機，將資料以「行為意向調查分析」分別作分析探討。

5.2. 學生行為意向調查分析

以計畫行為理論的外部變項來預測學生使用 E-Portfolio 的行為意圖。從外部變項預測「行為意向」之迴歸分析摘要表(見表一)中可知除了「群體影響」、「便利性知覺」外，其餘三項預測變項「行為信念」、「成效評估」、「外部誘因」對行為意向有顯著的解釋力，表示這些變項對於使用 E-Portfolio 的行為意向具有預測力。各外部變項與題目對照表請見表二。

表一 迴歸分析摘要表
外部變項預測「行為意向」之迴歸分析摘要表

依變項: 行為意向	未標準化係數		標準化迴歸係數	
	B	Se	Beta	t
(常數)	.579	.232		2.501*
行為信念	.211	.065	.226	3.249***
成效評估	.232	.084	.201	2.772**
外部誘因	.245	.067	.283	3.657***
群體影響	.066	.092	.055	.719
便利性知覺	.069	.053	.085	1.295
整體模型	$R^2=.420$ $\text{adj}R^2=.405$ $F(5,186)=26.986***$			

*p<.05 **p<.01 ***p<.001

表二 各外部變項與題目對照表

變項	編號	題目
行為信念	1	與學校校務資訊系統整合。
	2	可以輸出成不同的格式(光碟、紙本)。
	3	多種樣版與美工設計可供選擇、套用。
	4	可自行調整版面或資訊區塊的配置。
	5	儲存資料的容量。
成效評估	1	紀錄學校生活的點滴，呈現自我成長與進步。
	2	有效整理作業報告，培養知識管理的能力。
	3	列出大學生應具備的關鍵能力，引導我及早了解未來的競爭並做準備，以能有計畫地提升競爭力。
	4	數位履歷表，作為求職或申請學校的依據。
	5	讓老師更了解我。
	6	讓我清楚思考與規劃在學校期間該如何藉參加一些活動提升自己的關鍵能力。
外部誘因	1	學校以「數位學習歷程檔案」作為申請獎學金的參考資料之一。
	2	學校以「數位學習歷程檔案」作為申請研究所的參考資料之一。
	3	未來顧主可能會透過「數位學習歷程檔案」尋找人才。
	4	系所可能以「數位學習歷程檔案」作為推薦人才的參考資料之一。

6. 討論

根據計畫行為理論歸納出的外部變項，來對學生的行為意向進行預測發現「行為信念」、「成效評估」、「外部誘因」具有較高的預測力。因此，若以現有的部落格作為建置 E-Portfolio 的基礎，將可以先從這三個變因來滿足學生的需求。「行為信念」的部分以個人化的介面設計功能為主。學生認為若能提供多種樣版、自行調整版面功能與大的儲存容量，不僅讓學生可以展現個人設計風格，提供自我意念呈現的環境，也能增加學生的使用動機。「成效評估」是指個體對該結果所預期會得到的價值回應。部落格可以用來紀錄學校生活、整理作業報告，且能用來思考與規劃未來發展，藉以提昇自我關鍵能力及未來競爭力，影響學生使用系統的態度。從「外部誘因」來看，學生以部落格製作 E-Portfolio，可以用來作為求學和求職的依據，若再加上系所推薦、求職或獎學金申請等外部誘因，則更能增加學生的使用意圖。

以常見的部落格所提供的功能，幾乎支持電子歷程檔案的收集、互動、應用三階段功能的需求性。在收集階段，部落格可以提供網路空間，讓學生透過上傳自己的學習作品，不管是影音、文字記錄或是圖片、照片等，來記錄學習的點滴，也可以利用部落格時間序列的特色作為整理作業的工具。在互動階段，部落格支援文章回覆、投票、留言版的互動功能，使用者可編列自己的好友清單與同學互動，學生與老師透過社交及互評功能給予回饋及交流。而在應用階段，部落格的分類與 TAG 功能，並可版面分門別類，使教師、同學和家長等能方便瀏覽電子化學習歷程檔案來指導和評量學習者的學習，並且可提供個人化的介面與版型，依造不同目的篩選出適當的內容與結構以做為求學、求職、報告、等學習履歷之應用。

7. 結論

建置 E-Portfolio 的目的是希望能讓學生記錄所學，因此要提升學生使用的動機，從學生的觀點下去看系統的功能是否達到學生的需求，避免淪於一時的科技使用熱潮。以部落格來建置 E-Portfolio，較能吸引學生使用。因為部落格本身是學生熟悉的學習工具，加上操作容易，不會增加學習者的負擔。此外學生可以藉由部落格來呈現個人特色，讓彼此的互動更加頻繁和友善。透過部落格著重於互動及分享的特點，來增加師生同儕間的交流互動，讓學習歷程檔案不單只是個人的紀錄，也是大家共同學習的紀錄平台。

由於電子歷程檔案的實際使用評估成效並非短期內可衡量，故本研究優先著重於以理論分析 Blog 應用於 E-Portfolio 系統的可行性，並提出相關的使用建議與原則，以提供未來實證研究之參考依據與指標。未來更期待能蒐集更多學生實際運用免費 Blog 之建置 E-Portfolio 的實證資料，更進一步討論 blog 作為 E-Portfolio 的益處與不足。

致謝

本研究由臺灣科學委員會專題研究計畫(計畫編號 NSC 96-2520-S-007-001-MY3)補助經費，特此致謝。

參考文獻

毛向輝(2003)。Blog 將成為教育中的重要工具，取自：

<http://stu.dhjh.tp.edu.tw/plog/post/32/261>。

李宜靜、朱延平和楊朝成(2004)。整合線上資源進行探究式網路學習。第二屆資訊科技與人文管理教育論壇論文集，200-208。

岳修平和王郁青(2000)。電子化學習歷程檔案實施之態度研究，《教育心裡學報》，第31卷第2期，65-84。

連士傑和李世忠(2006)。部落格在教學上的應用。2006年電腦與網路科技在教育上的應用研討會。

許巧齡(2008)。淺談 e-Learning 學習行為研究之理論，取自：

http://www.hrd.gov.tw/09_develop/09_02_info/淺談 e-Learning%20.asp?serno=34。

梁政良(2008)。Web20 服務應用於 E 化學習歷程檔案管理系統之設計與實作。國立中山大學資訊管理學系研究所碩士論文，未出版，高雄。

張基成和童宜慧(2001)。網路化學習檔案之設計方法與建構模式，取自：

<http://eeep.nyc.gov.tw/archive/files/A2-105.doc>。

莊雅如(2005)。以 Weblog 為基礎的合作學習之研究。國立中興大學資訊科學研究所碩士論文，未出版，台中。

莊煥銘和王淑娟(2003)。資訊系統採用行為意向之研究—以某大學為例。《Commerce & Management Quarterly》，第 4 卷第 3 期，239-259。

陳得利(2002)。網路化歷程檔案系統之設計與實作。國立中山大學資訊管理系碩士論文，未出版，高雄。

陳順孝(2006)。部落格在教育上的運用。2006年3月18日，取自：

http://ashaw.typepad.com/editor/2004/10/post_1.html。

陳慶寬、謝永坤和鄭明長(2008)。部落格於教育上的運用。《網路社會學通訊期刊》，第72期。

蔡旻芳(2001)，網路學習之學習歷程分析系統，國立中山大學資訊管理系碩士論文，未出版，高雄。

蔡郁薇(2008)。混成學習之部落格輔助教學對學習滿意度的影響。國立中正大學電訊傳播研究所碩士論文，未出版，嘉義。

藝立協(2003)。Blog：部落格線上出版、網路日誌實作。台北市：上奇科技。

Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: a theory of planned behavior, action-control: from cognition to behavior. Heidelberg: Springer.

Barrett, H. (1997). Collaborative planning for electronic portfolios: Asking strategic questions. Electronic Portfolio Planning Issues. <http://electronicportfolios.com/portfolios/planning.html>.

Barrett, H. (2009). Balancing the Two Faces of ePortfolios. <http://electronicportfolios.org/balance/index.html>.

Campbell, A.P. (2003). Weblogs for Use with ESL Classes. The Internet TESL Journal, 9(2). <http://iteslj.org/Techniques/Campbell-Weblogs.html>.

Graves, D.H., & Sunstein, B.S. (Eds). (1992). Portfolio portraits. Portsmouth, NH: einemann.

Yueh, H. (1997). The relationship between the quality of portfolios and students' use of self-regulated learning strategies. Unpublished Doctoral Dissertation, Pennsylvania State University, University Park.

個別化學習檔案應用於數位教室環境輔助教師瞭解學生學習狀況

Individualized Profile for Helping Teachers Understand Students' Learning Status in Digital Classroom Environment

Wei-En Chen, Y.C. Deng, Pokey Chen, Tak-Wai Chan

Graduate Institute of Network Learning Technology, National Central University, Taiwan

{jackie, ycdeng, pokey, chan}@CL.ncu.edu.tw

【摘要】過去在台灣的教育環境下並無完善的一對一運算的基礎建設，因此過去的數位教室環境(DCE)強調的是將課堂教室建立成真正的數位教室。而現今數位教室環境在硬體的基礎建設上已是相當完善健全，因此本系統之設計將融合數位教材及學習檔案，根據每位學習者各別與學習輔具進行一對一學習。而此系統的設計須基於學習者本位來設計，因此將老師的角色從教學者改變為協助者與輔助者，老師可從每位學生的學習檔案快速瞭解個別學生學習程度，可作適當的教學策略與數位教材之改善。故數位教室環境因老師角色的改變從監控系統(Monitoring System)而轉變為指導輔助系統(Mentoring System)。

【關鍵詞】數位教室環境、個別化教學、學習檔案、指導輔助系統

Abstract: *There was no perfect 1:1 Educational Computing infrastructure in the educational environment of Taiwan in the past, so over the past the Digital Classroom Environment (DCE) emphasized that the classroom was established into a real digital classroom. While the infrastructure of digital classroom environment is already well-established, DCE will be designed to integrate the contents and profiles. And the classroom mode is transformed from teacher-led instruction to student-centered learning, teachers' role can be changed from "monitor" to "mentor", which provides students with adequate assistants to benefit their classroom learning. In such digital classroom environment, it is significant for teachers to understand students' learning statuses at any moment, and further offer adaptive assistants to students.*

Keywords: digital classroom environment, individualized instruction, profile, mentoring system

1. 前言

近年來資訊科技快速發展，許多學術研究者相信資訊科技的導入教學環境將可以改善現有的教育模式，不僅能提升學生的學習動機，進而還可強化學生之學習成效。但是對於導入資訊科技的教師而言，也面臨諸如課堂管理、必須改變教學之挑戰。因此，如何透過科技的輔助來減輕老師的管理負擔，讓老師能夠騰出更多時間指導學生，已成為一個重要的課題。

未來十年，預期所有學生都至少能持有一台以上之學習輔具(Chan et al., 2006)，屆時如同當初所有人都買得起鉛筆之時，教學模式將掀起一陣大革命。一對一教育運算(1:1 Educational Computing)，是指每位學生持有學習輔具的比率(Liang, 2005)，簡單來說，就是每位學生至少能夠使用一台或一台以上具有無線連線能力的輕型學習輔具，這對於未來的教育模式將帶來不亞於網際網路所造成的影響。

過去由於在台灣의課堂教學環境並沒有資訊化，每位學生也沒有一台以上的學習輔具進行學習，也就是在傳統教學環境中，老師會花費許多的心力在課程的授課、評量方式、全班成

績的計算、全班名次的列表等等事務上，因此先前數位教室環境(DCE)之研究注重在將課堂教室建立成真正的數位教室。而現今，數位教室環境的硬體部分已經相當健全，但卻發現學校內還是無法真正使用數位化的教學，原因在於欠缺完整的數位課程教材，老師亦不知該如何透過數位教室環境來進行授課。因此 DCE 系統的開發設計必須要在學校課堂上替老師節省管理班級一般事務上的時間，讓老師能擁有更多時間專注在學生的學習狀態。

老師要了解學生之學習狀態，除了長時間的關心與照顧學生，另外一種方式則是建立起完整的學習檔案，也就是將學生的學習過程完整記錄於學習檔案中，於課堂上即時回報老師，並供其檢視，如此即可善用資訊科技的優勢，透過學習檔案進一步了解學生。於是，本研究嘗試利用 DCE 收集而來之學習檔案，透過資訊的歸納與分析，讓老師能夠有系統性的了解學生學習的脈絡，有修改教學策略之依據；亦嘗試讓學生能根據學習檔案之提供，反思並自我掌握學習狀態，讓老師能透過 DCE 系統進行教學與瞭解每位學生的學習歷程，並從中協助低成就的學生，讓這些學生快速的跟上教學進度。

2. 相關研究

本研究根據過去相關之研究來進行開發與設計，因此第 2.1 節先介紹過去的數位教室環境的設計概念，而第 2.2 節會介紹學習檔案，第 2.3 節介紹個別化教學，最後介紹其餘的相關研究內容。

2.1. 數位教室環境(DCE)

數位教室環境(DCE)起源於一對一教育運算(1:1 Educational Computing)，亦是一套依循一對一教育運算之藍圖所架構出的系統，可視為一對一教育運算落實在教室的基礎建設，因此研究者透過六個組件架構出數位教室環境的應用：(Liang J. K, 2005)

1. 老師的裝置:教室的電腦，或是老師的行動電腦設備。
2. 學生的裝置:每位學生都擁有一台具有連線能力之行動裝置。
3. 通訊網路:具有本地端無線網路環境，或許有對外連線能力之通訊網路。
4. 共同顯示裝置:教室的畫面分享裝置；例如教室內的單槍投影機。
5. 教室伺服器:課堂活動記錄的儲存裝置，甚至是一個學習社群的儲存媒介 (Chan, Hue, Chou, & Tzeng, 2001)。
6. 設備管理裝置:一台具有設備管理能力之裝置，例如:EduCart，具有快速部屬為一間三十五人使用的行動教室之裝置，並能提供無線區域網路環境，以及集中充電的設備管理能力(Chang, Wang, Liang, Liu, & Chan, 2004)。

第一代至第三代的 DCE 系統主要在進行將課堂教學環境的建構成一對一的數位教室環境，過去在台灣的教育環境下並無完善的一對一運算的基礎建設，故前三代的 DCE 系統將學校教室建構成真正的一對一數位教室環境，等待學校老師與課程的加入。

2.2. 學習檔案(Profile)

Olson(1991)提到學習檔案最初的定義是指具有攜帶性的檔案，而這個檔案是指紙本檔案或是表單；而今日的所談論的學習檔案是指眾多材料的集成，而這些材料可能包含文件、圖片、文章、工作案例、語音或影音。學習檔案其實是在描述一個具有目的並整合許多任務的一個集成 (Paulson, Paulson, & Meyer, 1991)。

學習檔案可用來證明一個人的努力、過程和成就(Barrett, 1998)，也可以闡述一個老師的教學有多好(Aschermann, 1999)。Wolf(1991)提出，學習檔案可以提供老師一個架構和目的來保存和分享他們的工作，並且刺激他們去反思他們的教學過程和工作的努力。透過電腦媒介進行的反思層次高於面對面進行的反思 (Hawkes and Romiszowski, 2001)。於是如何透過數位化的課堂環境來整合學生個別的學習檔案，讓不只是學習者反思，甚至能讓教學者進行反思與檢討。

2.3 個別化教學(Individualized Instruction)

個別化教學與個別教學不同，個別化教學重視學生的個別差異，且不只是注意差異的事實，而是個別的變化與發展(Individual Becoming and Development)(林生傳, 1996)。而 Fred S. Keller 的「個人化系統教學」(Personalized System of Instruction, PSI)是一種強調由學生自我控速(self-pacing)的個別化教學理論。而 Fred S. Keller 在 1986 年發表了此種個別化教學模式具有五種有別於傳統式教學的特色：(林寶山, 1996)

1. 學生可以控制自己的學習速度(Go-at-your-own-pace)或稱為自我控速。
2. 學生必須在前一單元的學習達到熟練時才可繼續下一單元的學習。
3. 激發學生學習動機，而不是作為教材內容知識的來源。
4. 教學的主要來源不是教師，而是依賴書面的文字資料，包含單元學習指引、評量試題等。
5. 設有助理，其功能是在使學生能有個別指導的機會。

2.4 其餘相關研究

在現在市面上已存在許多的監控系統，例如：Net Control 2 開發的『Net Control 2』、Neubar Software 推出的『UserMonitor』、NetSupport 推出的『NetSupport School』以及 EduIQ 開發的『Advanced Net Monitor for Classroom』等，而歸納以上軟體的主要功能，可以整理成為以下幾種功能：

1. 遠端桌面，老師透過老師電腦可以直接取得學生電腦之掌控權。
2. 凍結學生的螢幕與滑鼠。
3. 限制學生連結網路。
4. 限制學生使用電腦中的應用程式。

學生以自我步調學習過程中，除非學生在學習過程中遭遇困難，老師不應該干預學生的學習方式。雖然這些系統提供以上能夠有效控制學生學習模式的功能，但是對於老師了解學生學習狀況是沒有幫助的。

3. 系統設計

第四代 DCE 系統有別於過去三代的 DCE 系統設計，以下即說明第四代 DCE 系統的特色。

3.1 結合數位化的軟體內容

過去三代的 DCE 系統都著重於硬體設備的建立，主因是在真實的教學環境下仍是屬於傳統的教室模式，因此過去都強調如何建立完善的數位教室環境。而現今的資訊科技如此發達，真實的學校教室也開始具備了許多資訊化的設備，故在學習環境中不需再強調硬體設施的改善，應該要加入軟體內容，也就是必須包含了課程教材、學習檔案等內容設計，外在硬體設

施結合數位化硬體設施環境，方能讓整個學習效果達到最好的狀態。因此本研究結合了台灣國小三年級的數學科數位化教材，並透過各個學生的學習歷程檔案將每位學生在學習的狀態在 DCE 系統下呈現出來，老師就能以這些分析之資訊反思及檢討自己的教學內容。(如圖 1 所示)。

在數位學習環境下，若只有老師、學生的資訊裝置以及通訊網路與共同的伺服器等等的硬體設備裝置，即便這些設備在學習環境內是相當完善了，但沒有教學策略、學習課程、學習評量、學習指引等等的教材內容來進行搭配，數位學習環境還是和傳統的學習環境是一樣的，老師是無法發揮到更大的教學成效，學生更無法得到更好的學習成效。

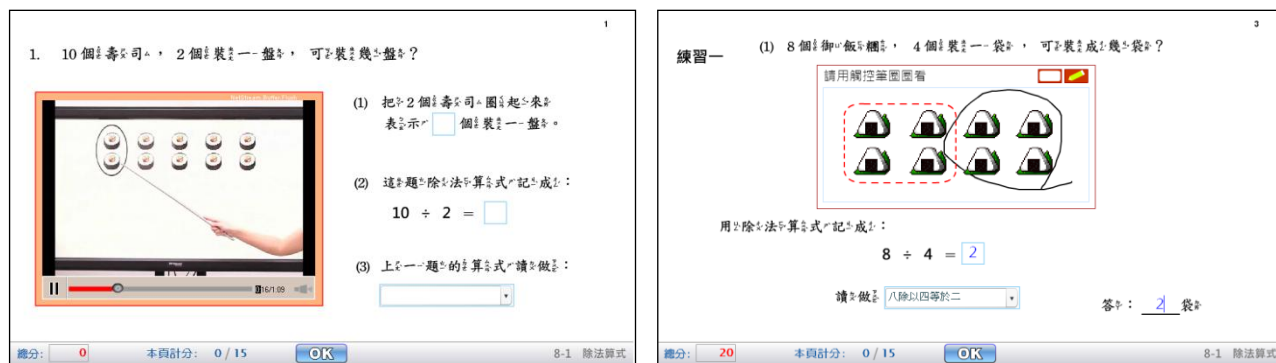


圖 1、數學科的教材內容，包含影片概念解說(左圖)、手寫畫圖之功能(右圖)

3.2 個別化學習

以往 DCE 系列的研究都是以同步進度的學習模式進行老師教學生學的全班教學方式，但是卻無法滿足學生的個別差異之問題，因為有些學生學習程度並不差，但是理解與學習的速度是較慢的，這樣的學生進行同步進度的學習往往都是較吃虧的。因此，在第四代的 DCE 系統設計上，是採用非同步進度的學習模式，每位學生都會依照自己的學習速度、各自的理解程度進行個別化的學習，因此各個學生也不需要特別要趕時間而亂作答，也可以讓老師真正瞭解每位學生的學習成效與整體學習的歷程，進而針對低成就的學生進行加強的輔助與指導。

而個別化的學習亦可讓老師清楚知道每位學生的個別差異，學生依據自己的學習速度來學習老師所引導的學習之內容，而不統一學習進度，目的在使學生都能充分達成學習目標並培養獨力學習的能力。過去 DCE 第一代至第三代的研究之開發環境皆為教學課堂，也就是以老師為中心的教學環境，因此課堂教學過程中，老師無法停下其教學的腳步來幫助程度落後的學生，即使 DCE 系統能完整收集學生之學習狀況，但無法在課堂中發揮其功效。DCE 第四代之設計角度由從教師主導的教學模式移轉到以學生個人學習為主的課堂環境，當學生在進行個別化個人學習時，老師便有充分時間檢閱學生之學習狀態。

依圖二所示，在老師端的監控畫面上可以很清楚的看到每位學生的學習進度為何，亦可以迅速瞭解今日有哪些學生沒有來上課，下次必須從之前的進度開始補起。老師也可清楚知道目前有哪幾位學生的進度是很快的，且答題過程都很不錯的；而有哪幾位學生是進度嚴重落後，老師可即時去瞭解這些進度落後的學生，從中協助理解數學概念，並調整教學速度。



圖 2、DCE 系統老師端的監控畫面

3.3 學習檔案的使用

第四代 DCE 系統將學習檔案的使用可以分為三階段，分別為主動給予學生提醒與給予老師通知、尋求老師協助功能以及統計分析功能。透過此三階段的學習檔案應用設計，在課堂活動中透過學習檔案緊密連結老師與學生的互動，讓學習檔案的效益能夠有效發揮，並給予老師分析過之學生的相關分析訊息，節省老師處理學生因不專心或情緒問題衍生的錯誤之處理時間，讓老師能將時間放在指導更需要幫助的學生上。本研究認為，教師監控系統之設計應該由學習者為本位出發，故老師在課堂上並非為教學的角色，而是站在輔助者的角度進行學校課程的教學。

而在圖二所示，老師可以即時注意到每位學生的答題情況，監控系統會依照各學生的答題狀況主動給予老師資訊，若該學生連續答錯題數過多，系統會顯示出紅燈來通知老師該學生目前連續錯誤率發生過多，請老師在旁關心與瞭解。而當學生遇到難題、困難時，學生可以透過「找老師幫忙」的功能來尋求老師的協助指導，在老師的監控畫面上會立即該學生出現舉手畫面，老師可以立即過去協助指導。而圖三所呈現的是每位學生在今日作答的狀況列表，分別會列出每位學生在每題答題答錯次數，也可以從每一題目中去分析統計出哪些題目是大部分學生最容易出錯的，老師可從這些資料去反思教學的教材內容是否適當，也可以從中調整一些教學方式。

老師可以從系統調閱每位學生在每個單元的學習狀態列表，可以迅速瞭解各個學生在進行課堂活動時的表現，針對進度落後全班的後 5% 的學生資訊，系統也會主動提出警訊告知老師，此時老師可以依照系統內的學習歷程檔案，以最短的時間內找出該學生的困難之處，因此會比傳統的教學模式來的更有效率，老師不需再花額外的課後時間詳細瞭解、訪談才能明白該位學生的問題。

選擇課程		活動設定		即時監控		統計圖表		輸出家長報表	
每日全班學生學習狀況列表 全班學生各單元學習狀況列表									
請選擇學習日期: <input type="text" value="2009_12_04_class"/>				<input type="button" value="重新整理"/>					
座號	姓名	答	錯一次	錯一次題號	錯兩次題	錯兩次題號	錯三次以上	錯三次以上題號	答錯的單元
1	劉子謙	8題		A9-1-1, A9-1-3, A9-1-6, VT1-2, VT1-5, VT3	3題	VT2-4, VT2-6, VT6-1,	4題	VT3-4, VT5-1, VT7-1, W3	M05_9-1-A, M05_9-1
2	吳子謙	5題		A9-1-2-2, A9-1-4-1, B9-1-6, H9-1-1, VT3-1	2題	B9-1-3, W4,	3題	A9-1-3, B9-1-2, H9-1-1,	M05_9-1-A, M05_9-1-H,
3	林子謙	8題		A9-1-1, A9-1-4-2, A9-1-5, T1-1, VT1-2, VT	4題	A9-1-2-2, A9-1-6, VT4-2, W4,	10題	A9-1-3, A9-1-4-1, VT2-2,	M05_9-1-A, M05_9-1
4	邱子謙	9題		A9-1-1, A9-1-2-2, A9-1-4-2, T2-1, VT1-3, V	2題	VT3-3, W4,	1題	W3,	M05_9-1-A, M05_9-1
5	范子謙	5題		B9-1-5, H9-1-1, VT2-2, VT2-5, W4,	1題	B9-1-3,	0題	0	M05_9-1-H, M05_9-1
6	黃子謙	8題		A9-1-4-2, T1-1, VT1-5, VT1-6, VT2-2, VT2	2題	VT1-2, VT3-3,	2題	VT1-3, W3,	M05_9-1-A, M05_9-1
7	劉子謙	6題		A9-1-2-2, A9-1-3, T1-1, VT2-6, VT3-4, VT4	2題	A9-1-5, W4,	1題	B9-1-2,	M05_9-1-A, M05_9-1-H,
8	陳子謙	8題		A9-1-3, A9-1-4-2, T2-3, VT1-3, VT3-3, VT3	5題	A9-1-5, B9-1-2, VT2-2, VT2-3	1題	B9-1-3,	M05_9-1-A, M05_9-1-H,
9	羅子謙	4題		VT1-6, VT2-2, VT2-6, VT3-2,	1題	W4,	15題	A9-1-3, A9-1-4-1, T2-1, T	M05_9-1-A, M05_9-1
10	詹子謙	6題		A9-1-4-2, B9-1-3, T2-3, VT1-2, VT3-4, W3	3題	B9-1-5, H9-1-1, W4,	2題	B9-1-2, H9-1-2,	M05_9-1-A, M05_9-1-H,
11	王子謙	6題		T1-1, VT1-4, VT2-4, VT2-5, VT3-3, VT3-4,	2題	VT2-2, VT2-3,	0題	0	M05_9-1
12	詹子謙	10題		A9-1-2-2, A9-1-5, T1-1, VT1-2, VT1-3, VT2	8題	A9-1-1, A9-1-4-2, VT1-5, VT1	4題	VT2-3, VT3-3, VT3-4, W1	M05_9-1-A, M05_9-1
13	廖子謙	7題		A9-1-1, A9-1-2-1, A9-1-5, T2-1, T2-2, VT6	1題	VT2-6,	4題	VT2-2, VT3-4, W3, W4,	M05_9-1-A, M05_9-1
14	劉子謙	5題		VT1-4, VT1-6, VT2-6, VT3-2, W3,	6題	A9-1-1, T2-1, T2-2, VT1-3, VT	17題	A9-1-2-2, A9-1-3, A9-1-4	M05_9-1-A, M05_9-1
15	林子謙	1題		A9-1-2-1,	3題	A9-1-2-2, VT3-4, W4,	0題	0	M05_9-1-A, M05_9-1
16	謝子謙	8題		A9-1-3, B9-1-1-3, VT1-5, VT2-2, VT3-3, VT	1題	VT6-1,	5題	B9-1-1-4, B9-1-1-5, B9-1	M05_9-1-A, M05_9-1-H,
17	陳子謙	5題		A9-1-1, B9-1-1-2, VT2-5, VT3-3, W4,	0題	U	0題	U	M05_9-1-A, M05_9-1-H,
18	余子謙	6題		A9-1-2-1, A9-1-4-2, T2-1, T2-3, VT1-5, W3	2題	VT3-4, W4,	1題	A9-1-4-1,	M05_9-1-A, M05_9-1
19	范子謙	7題		A9-1-2-1, A9-1-6, H9-1-1, T1-1, T2-3, VT2	0題	0	0題	0	M05_9-1-A, M05_9-1-H,
20	邱子謙	11題		A9-1-2-1, A9-1-4-1, A9-1-5, B9-1-1-6, B9-	3題	VT2-4, VT2-5, VT3-4,	1題	T1-1,	M05_9-1-A, M05_9-1-H,
21	邱子謙	8題		B9-1-3, T1-1, T2-3, VT2-6, VT3-4, VT4-2, V	6題	VT1-4, VT1-5, VT2-3, VT2-4,	1題	VT2-5,	M05_9-1-H, M05_9-1
22	馬子謙	8題		A9-1-1, A9-1-2-2, A9-1-4-1, B9-1-1-3, T1-	3題	VT2-3, VT3-3, W3,	8題	A9-1-3, A9-1-4-2, B9-1-2	M05_9-1-A, M05_9-1-H,

圖 3、DCE 系統老師端的統計畫面

4. 初步評估

4.1 實驗對象

本研究的實驗對象是台灣桃園縣某國小三年信班共 29 名學生及一名女老師，實驗時間為 2009 年 9 月至 12 月共三個月的時間。而本研究的最主要目的為第四代 DCE 系統對學生學習效果之影響及老師瞭解學生情況的系統評價。

4.2 實驗結果

在該國小三年級數學科中，只有三年信班是採用本研究的數位教室環境進行教學，其餘五班都是依照傳統的教學策略。根據表 1 的資料顯示，在數學科上的成績是六個班內表現最好的，尤其與孝、仁、愛這三個班級進行比較，三年信班是表現非常優異的。

至於和三年忠班的成績相比之後是沒有顯著差異，對於此統計資料，本研究認為該次的期中定期考查題目過於簡單且基礎，因此導致該次考試較無鑑別度，故無法與三年忠班的數學成績互相比較。不過，值得進行討論的是，在三年信班中，唯一一位 60 分的學生，因為該名學生使用數位教室環境所進行的數學科教學過少，且學習速度上的確較為緩慢，故造成期中考成績較為不理想。

表 1、某國小全三年級數學科期中定期考查成績統計比較表

班級		忠	孝	仁	愛	信	義
人數		29	29	29	28	29	28
總分		2701	2485	2578	2479	2708	2545
平均		93.14	85.69	88.90	88.54	93.38	90.89
分數	100 分	5	2	4	5	4	5
	90 分以上	19	16	17	17	21	15

80 分以上	3	4	5	3	3	4
70 分以上	1	3	0	1	0	2
60 分以上	0	2	0	0	1	2
50 分以上	1	1	1	0	0	0
40 分以上	0	0	2	1	0	0
30 分以上	0	0	0	0	0	0

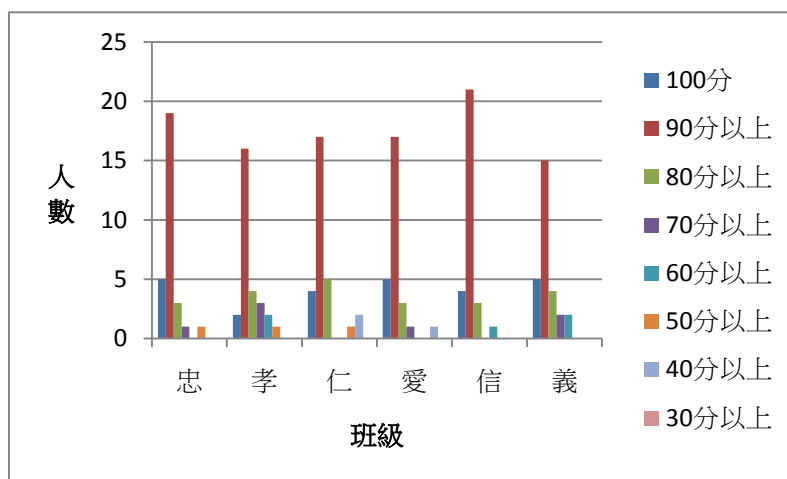


圖 4、某國小三年級數學科期中定期考查成績分布圖

5. 結論

本研究認為第四代 DCE 可改善現今教師們所遇到的困境，就是當數位學習環境進入教室後，教師要如何轉換自己的角色，而數位教室系統又如何提供教師學生的學習資訊。因此透過實驗初步證明，第四代 DCE 系統藉由學生個別化的學習，系統將個別學生的學生之學習狀態完整記錄並整理分析成學習歷程檔案，此學習檔案對於教師來說，能使教師反思其整個指導過程及教材設計內容，進而改善其教學法及指導內容；而老師本身的教學法也會從老師為中心的教學策略轉變成以學習者為主的指導方針，老師將轉變成輔助者的角色，教學的部分則是透過數位化教材的教學，老師可在旁協助、指導學習者進行學習，亦可針對進度落後的學生加強補救學習。因此透過學習檔案的應用，已將 DCE 由傳統課堂上的監控延伸至教師教學法改變及學生學習情況的提升。

6. 致謝

本研究團隊在此由衷感謝台灣行政院國家科學委員會資助此項研究內容，而本文亦在台灣國科會科教處 NSC-98-2631-S-008-001 的資助下完成。也在此感謝台灣桃園縣某國民小學三年信班全體師生的配合，讓本研究能順利的進行。

參考文獻

- 林生傳 (1996)。個別化教學 IGE 的介紹與嘗試。個別化教學法。台灣台北：師大書苑有限公司，31。
- 林寶山 (1996)。凱勒的個人化系統教學理論簡介。個別化教學法。台灣台北：師大書苑有限公司，15-21。
- 區國良、陳國棟 (2001)。教師代理人之知識與策略分析。資訊與教育雜誌。86。30-41。

- 陳得利(2002)。《網路化歷程檔案系統之設計與實作》。國立中山大學資訊管理研究所碩士論文。台灣：國立中山大學。090NSYS5396015。
- 童宜慧、張基成(2000)。網路化學習歷程檔案系統之建構與評鑑——一個電子化的真實性學習評量工具。《遠距教育》，13/14，78-90。
- Aschermann, J.R. (1999, March). Electronic profiles: Why? what? how? Paper presented at the annual meeting of the Society for Information Technology and Teacher Education, San Antonio, TX
- Barrett, H. (1998). Strategic questions: What to consider when planning for electronic profiles. *Learning and Teaching with Technology*, 26(2), 6-13.
- Blando, J. A., Kelly, A. E., Schneider, B. R., & Sleeman, D.(1989). Analyzing and modeling arithmetic errors. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 301-308.
- Chan, T. W., Hue, C. W., Chou, C. Y. & Tzeng, O. (2001). Four spaces of network learning models. *Computers and Education*, 141-161.
- Chan, T. W., Roschelle, J., Hsi, S., Kinshuk, Sharples, M., Brown, T., Patton, C., Cherniavsky, J., Pea, R., Norris, C., Soloway, E., Balacheff, N., Scardamalia, M., Dillenbourg, P., Looi, C.K., Milrad, M., Hoppe, U., and G1:1 MEMBERS (2006) One-to-one technology enhanced learning: An opportunity for global research collaboration, *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 2006, 3-29
- Chang S. B., Wang H. Y., Liang J. K., Liu T. C. & Chan T. W. (2004) A contest event in the connected classroom using wireless handheld devices. In *The 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education* (eds J. Roschelle, T. W. Chan, Kinshuk & S. Yang), pp. 207–208. IEEE Publications, JungLi, Taiwan.
- Chen, J. W. E. , Chen, P. B. S. , Chen, H. Z. H. , Liao, C. C. Y. & Chan, T. W. (2009). Three-level Mechanism Design for Profile Utilization in Digital Classroom Environment. In S. C. Kong, H. Ogata, H. C. Arnseth, C. K. K. Chan, T. Hirashima, F. Klett, et al. (Eds.), *Proceedings of The 17th International Conference on Computers in Education*, pp.965-969. Hong Kong: Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Hawkes, M., and Romiszowski A. (2001). Examining the reflective outcomes of asynchronous computer-mediated communication on inservice teacher development. *Journal of Technology and Teacher Education*, 9(2), 283-306.
- Kulhavy, R. W. (1977). Review of Educational Research, 47, 211-232.
- Kulik, J. A., & Kuilk, C. L. C. (1988). Timing of feedback and verbal learning, *Review of Educational Research*, 58, 79-97.
- Liang, J. K., Liu, T. C., Wang, H. Y., Chang, B., Deng, Y. C., Yang, J. C., Chou, C. Y., Ko, H. W., Yang, S., & Chan, T. W. (2005). A Few Design Perspectives on One-on-One Digital Classroom Environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 181-189.
- Liang J. K., Soper J. C., & Thornton R. M. (2005). Self-paced economics instructions: a large-scale disaggregated evaluation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21, 181-189.
- Moore & Gordon E. (1965). "Cramming More Components onto Integrated Circuits," *Electronics* 39,1-4.
- Olson, M. W. (1991). Profiles: Educational tools. *Reading Psychology: An International Quarterly*, 12(1), 73-80.
- Paulson, F.L., Paulson, P.R., & Meyer, C. (1991). What makes a portfolio a portfolio? *Educational Leadership*, 48(5), 60-63.
- Resnick, L. B.(1984). Beyond error analysis: The role of understanding in elementary school arithmetic. *Diagnostic and prescriptive mathematics: Issues, ideas and insights* (1984 Research Monograph), 2-14.
- Skinner, B. F. (1968). *The Technology of Teaching*. Appleton-Century-Crofts: New York.
- Wolf, K. (1991). The schoolteacher's profile: Issues in design, implementation, and evaluation. *Phi Delta Kappan*, 73(2), 129-136.

可扩展的教学管理信息统计组件研究与设计

Research and Design of Extensible Educational Information Statistics Component

卢贵利、刘英群、韩锡斌、程建钢

清华大学教育研究院

{lugl07, liu-yq, hanxb, chengjg}@mails.tsinghua.edu.cn

【摘要】 文章分析了当前高校教务管理信息系统中统计功能设计和技术实现上的不足，提出构建一个可扩展的教学管理信息统计组件，以满足教务管理人员对信息统计的多样化需求，实现灵活的个性化定制及多维关联统计功能，并支持多种不同的图形显示方式。统计组件提供了对外接口，软件开发人员可在组件基础上进行开发，不仅能够进一步提高程序开发效率，而且能方便的针对特殊需求进行扩展。

【关键词】 教学管理；组件；多维统计

Abstract: This paper analyzed the deficiencies of statistical functions and designs as well as technology in Educational Management Information System, proposed to build a scalable statistical component for academic information to meet diverse needs for information statistic of educational management and to achieve a flexible customization and function of multi-dimensional correlation statistics, and to support a variety graphical display. Component provides the external interface, and software can be developed based on the component that will not only be able to further improve the program development efficiency, but also can be extended for specific needs easily.

Keywords: Educational Management, Component, Multi-dimensional statistics

1. 引言

教育统计是对教学、科研进行定量分析的重要工具，具有改进教师教学的功能、促进学生学习的功能和行使教育管理的功能（王孝玲，1993）。

教学管理统计作为教育统计的一个方面，在教学的的教学活动及教学管理过程中起到越来越重要的作用。通过教学管理统计，可以了解教学基本状况、把握教学进程、分析教学管理中的问题，从而达到提高管理效率和管理水平、优化教学资源配置、重构教学流程的目的。

教学管理统计的主要内容包括新生信息、学籍信息、注册信息、收费信息、教师信息、专业信息、课程信息、教学评价信息、成绩信息、奖惩信息、教学设施信息等。随着中国大陆高等教育的快速发展，高校在校生及毕业生人数快速增加、学生类别出现多样化趋势、教学改革不断深入，随之而来的教务管理工作也日渐繁杂，这对教学管理工作的科学性和合理性提出了更高的要求，对教学管理信息的统计需求也越来越复杂。在许多教学管理统计中，所涉及到的变量不再只是一个，而是涉及到多个变量之间的复杂联系。因此必须处理多个变量的数据，以期统计的结果能反映出某种关联关系，为教学管理决策提供信息支持。对于教务管理信息系统来说，如何提供灵活、丰富的教学管理统计功能就成为一个重要的研究课题。

2. 研究现状

目前中国大陆高校基本上都已经采用了教务管理信息系统, 部分是企业研发, 部分是高校自主研发。这些系统大都具备了教学管理信息统计功能。

KINGOSOFT 高校教务网络管理系统, 涵盖了教务管理工作的各个环节, 在许多功能模块中已经包含统计分析功能 (KINGO,2009)。教学资源子系统统计功能包括实验室、教师、教室、专业的信息统计; 课表编排子系统统计功能包括教室使用率、上课班级个数、学生上课人数、排课要求满足情况等; 学生学籍子系统统计功能包括专业学生人数分布、学生来源等, 另外成绩子系统, 考试子系统均提供了统计功能。

Oracle PeopleSoft 校园解决方案(Oracle,2009)可以做到学生入学、成绩表及财务交易等资料高效存取, 以用作分析、管理、规划、分享及决策。该系统包含学生记录软件、教学管理软件、招生录取软件、校园社区管理软件、学业指导软件等, 每一部分都包含相应的统计功能, 例如: 成绩单和分析结果、教学统计和报表、招生生源统计、学生学业记录统计等。

南开大学现代远程教育学院开发的教师工作量统计子系统 (张春、徐雷和张岚, 2007), 做到了任课教师的课时数、答疑次数、平时作业批阅数等相关数据的统计, 作为一个单独模块嵌入到了教务管理信息系统中。

哈尔滨工程大学开发的成绩分析系统作为教务系统的子系统, 提供了成绩统计功能, 通过引入针对不同科目和不同时期成绩的统一标准, 实现了对成绩进行横向、纵向的比较分析。此系统的实现基于 Excel, 没有与教务管理系统进行集成 (孙荣平, 2006)。

THEA 是涉及教务管理各环节、面向清华大学各部门以及各层次用户的多模块综合管理信息系统。在许多子模块中都有相应的统计功能: 教材统计、教师统计、学生统计、注册统计、成绩分析统计、奖惩统计等。

虽然目前应用于高校的教务管理信息系统具备了比较丰富的统计功能, 但仍需要在以下方面进行进一步的探索:

(1) 系统统计功能分布在各个功能模块中, 只能进行基于本模块直接相关的信息的统计, 无法实现面向特定主题、跨模块的多变量关联统计分析。例如:

- 对学籍基本信息和学籍变更情况进行统计, 可以掌握学籍变更的状况。但如果学籍变更不能与所学课程及其成绩进行关联统计分析, 则不能找到学籍不良变更 (如退学、休学) 的深层次原因, 更不能采取预防措施 (如向相关学生、教师和管理人员发布预警信息等)。
- 学生成绩的统计, 一般是单一的成绩统计, 例如: 学生综合成绩排序、教学班成绩排序等, 都是从某一角度对成绩进行分析, 并没有考虑教学效果、课程设置因素, 因此不能很好的反馈于教学活动, 服务于教育决策, 为教学科研提供信息依据。
- 教师相关的统计, 多是停留在师资队伍, 教学课时量等方面, 而师资队伍又主要是停留在教师年龄结构、职称结构等方面。但是不能进行关联分析, 例如教师教学课时量和教学效果等方面的关联等。

(2) 系统所提供的统计功能相对固定而且大多依据软件开发时用户提出的需求, 无法动态满足教务管理员不断变化的需求以及不同学校个性化需求。在系统实际应用过程中, 统计的内容、条件、主题、输出样式经常会发生变化, 且不同高校对统计需求也不同。比如有些学校规定学生每周的课时数不得超过 25 学时, 因此需要在排课过程中通过班级平衡表统计出每个班级的周学时数, 而有些学校则没有这类要求等。

(3) 教学管理统计模块的开发是面向特定学校、特定功能模块、特定统计需求的, 在二次开发时不能迁移到其它学校、其它模块和其它统计需求, 造成很大的重复开发工作量。例如第一次开发的程序针对学籍的学生来源和学生类别进行统计, 不能做到针对性别进行统计, 那就只能再次开发针对性别的统计程序。当前各个高校统计范围较为广泛且很多统计需求差异较大, 造成了软件经常进行二次开发, 浪费了大量人力物力。而且经常性的、打补丁式的软件开发会造成不可预期的系统性能下降。

此外现有统计显示样式一般有两种方式: 一是在 Web 浏览器中以表格的形式显示, 此种

方式的缺点是不能以图形化的方式显示统计结果。二是输出成 Excel 格式，此种方式虽然能够利用 Excel 自身功能提供图形化的显示，但需要使用者进一步操作。例如：教务管理员想获取统计结果的图表显示，必须利用 Excel 提供的图表功能，在 Excel 中生成图表，要求操作者必须对 Excel 使用较为熟练，增加了操作的复杂性和难度。因此需要统计功能模块利用图形显示技术，将统计结果显示成曲线图、柱状图、饼形图等，丰富统计结果的直观性。

综合以上分析，教务管理信息系统中的统计分析在完成基于特定功能模块的基本统计功能后，还应实现面向主题跨模块的多维关联统计；在使用上应具备较强的灵活性，使得一套系统满足不同高校用户不同的统计需求以及同一高校动态变化的统计需求；采用适当的开发技术使得软件具有良好的可扩展性；还应提供多种输出方式，使统计结果更直观。本文将基于 THEOL 教务管理信息系统（THEOL,2009），试图采用可扩展的教学管理信息统计组件的方式解决上述问题。

3. 教学管理信息统计组件的设计与实现

3.1 · THEOL 教务管理信息系统已有统计功能模块的设计思路

THEOL 教务管理信息系统已经具备了丰富的统计功能，可以做到基于学生、教师、成绩、教学计划、教学设施、排课、注册、收费等统计，统计功能分布于各个功能模块中，统计功能的实现思路参见图 1。这也是目前广泛应用于高校的各种教务管理信息系统所采用的设计思路。

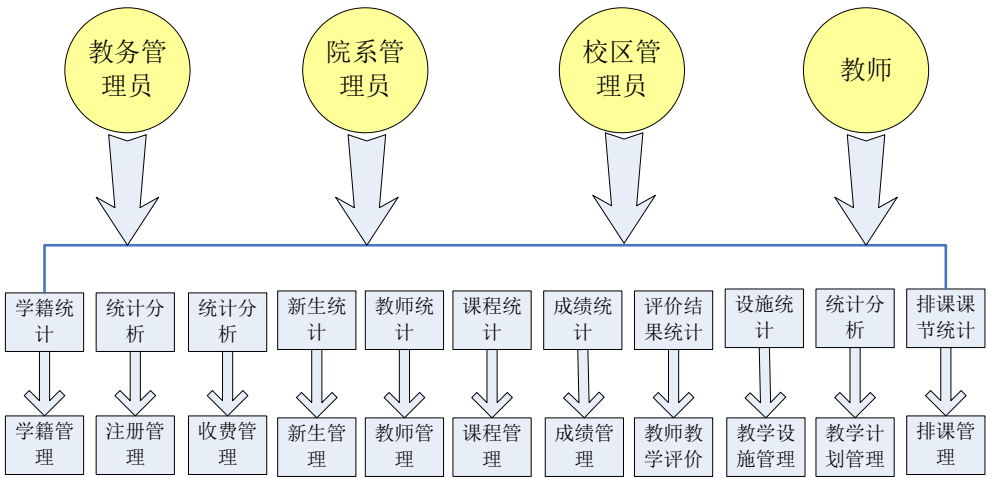


图 1 目前教务管理系统统计功能实现思路

不同类型的用户根据需要调用统计模块进行教学信息的统计，统计模块的信息都来源于相应功能模块的数据库。因此，这种思路只能基于功能模块的信息统计。

3.2 · 基于教学管理信息统计组件实现统计功能的设计思路

为了解决面向特定主题、跨模块的多变量关联统计分析的问题，本文提出采用教学管理信息统计组件实现统计功能的设计思路，参见图 2。这种设计思路的核心是构建教学管理信息统计组件，该组件一方面能够横跨各个功能模块，从不同功能模块的数据库中获取信息，另一方面可以为面向不同主题的统计模块提供跨模块的统计信息。

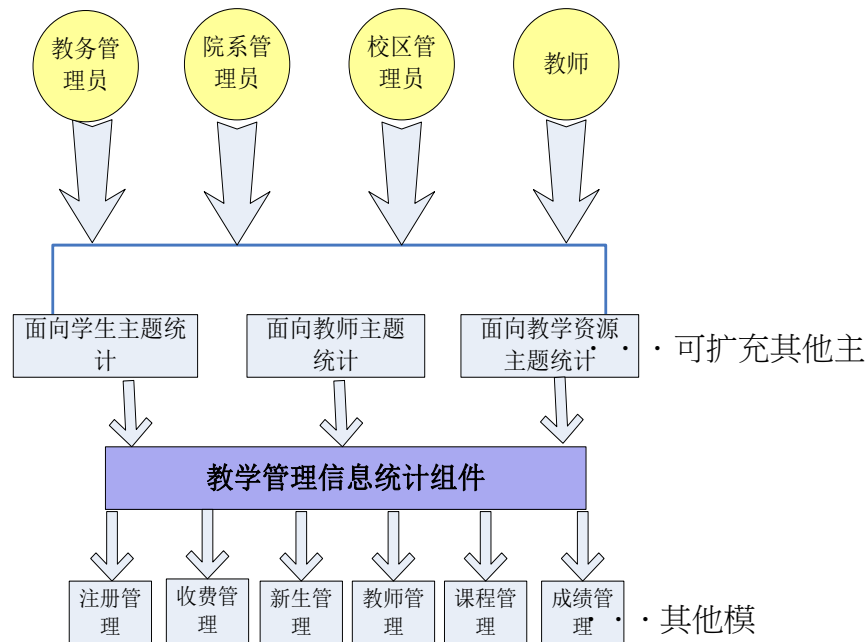


图 2 教学管理信息统计组件的设计思路

3.3 · 教学管理信息统计组件的技术实现

教学管理信息统计组件技术上基于开源的 Spring 框架结构，是架构在 Spring 的基础上，因此 Spring 所具有的特征和优点，教学管理信息统计组件都具备。统计组件在整体架构上，采用显示/业务逻辑/数据处理分离的三层架构模型，遵循 J2EE 规范，结合 Struts、Spring、Hibernate、XML 等相关技术构建。

Java 类本身是个细粒度的可重用实现，而组件在功能或机制层面提供了更大粒度的重用性。组件对外暴露一个或多个接口，供外界调用，内部由多个类来协同实现指定的功能。对于复杂的组件，会包括很多类，还可能包含配置文件、界面、依赖的库文件等，组件也可以包含或者使用其他的组件，构成更大粒度的组件。

教学管理信息统计组件首先会将设定的查询条件，放入到 Hashmap 中，利用 Valuelist 的参数设定机制在配置文件中对参数进行设定。然后组件会从“统计字段设置”表中提取统计项的各个字段，找到各个字段相对应的处理器 FieldHandler，根据各个具体的 handler 来组装 hql 语句，利用 hibernate 数据查询机制完成从数据库中取数据，包括：统计结果数据和详细信息数据。最后组件会对取出来的数据进行处理，在查看详细信息时会去“查看统计结果详细信息”表获取显示字段，以要求的形式显示在页面中，组件也提供了默认的实现类可以处理求和、平均、最大、最小等。如图 3 所示：

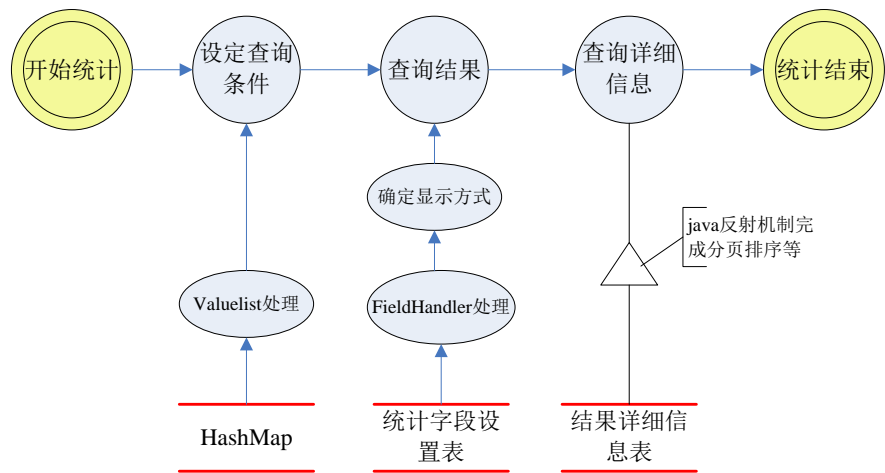


图 3 技术流程图

教学管理信息统计组件主要涉及到两个表，用来存储定制统计项以及查看结果详细信息。

“统计字段设置”表包含统计类、字段名称、属性、标题类型等字段。统计类字段用来表示统计哪一个实体类，字段名称是统计项显示的名称，属性字段是来确定查询的属性，类型字段用来标识统计项与结果项，以 0（统计项）和 1（结果项）来标识。

“统计结果查看详细信息”表作用是记录在查看统计结果详细信息时，显示哪些字段信息。

统计组件采用 Spring 依赖注入的方式，进行 XML 配置。主要涉及到的核心接口和类结构图如图 4：

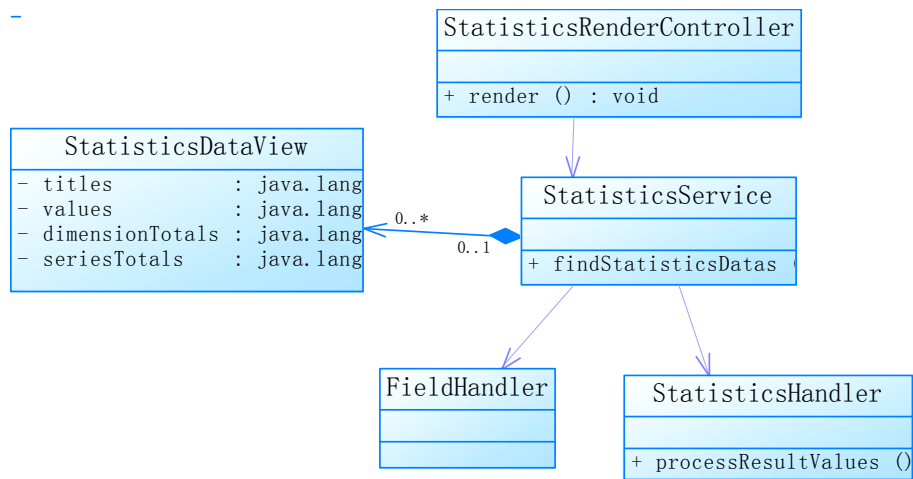


图 4 核心类结构图

下面只介绍两个最重要的接口和类：StatisticsRenderController 和 StatisticsHandler。

StatisticsRenderController 类：是统计操作的控制器类也就是一切操作的入口类，起到了控制器的作用，此类包含方法 render()。

StatisticsHandler 接口及实现类：此类担负着统计结果的计算处理，包含方法 processResultValues()，开发者可以覆盖此方法来实现多种统计功能，例如：数学期望和方差等复杂的数理统计。

3.4. 教学管理信息统计组件统计结果的页面显示

教学管理信息统计组件支持管理人员灵活选择不同的显示方式，如横向列表、纵向列表、二维表、柱状图和饼形图。如：某高校人文学院 2009 级新生性别、出生年份和高考分数三者

的关联统计分析结果可以分别显示为纵向列表（图 5）、横向列表（图 6）和二维表（图 7）。

纵向列表		
性别	出生年	高考平均分数
女	1986	<u>559.43</u>
	1987	<u>575.19</u>
	1988	<u>539.42</u>
男	1986	<u>535.08</u>
	1987	<u>538.93</u>
	1988	<u>533.33</u>
合计		<u>546.89</u>

图 5 纵向列表统计结果

横向列表							
性别	女			男			合计
出生年	1986	1987	1988	1986	1987	1988	
高考平均分数	<u>559.43</u>	<u>575.19</u>	<u>539.42</u>	<u>535.08</u>	<u>538.93</u>	<u>533.33</u>	<u>546.89</u>

图 6 横向列表统计结果

二维表				
	1986	1987	1988	合计
女	<u>559.43</u>	<u>575.19</u>	<u>539.42</u>	<u>558.01</u>
男	<u>535.08</u>	<u>538.93</u>	<u>533.33</u>	<u>535.77</u>
合计	<u>547.25</u>	<u>557.06</u>	<u>536.37</u>	<u>1093.79</u>

图 7 二维表统计结果

统计结果显示出人文学院的男生、女生各个年龄的平均分数。从结果图中可以看出女生的高考分数普遍高于男生，并且 1987 年出生的学生不管是男生还是女生高考分数高于其他年份出生的学生。

4 · 教学管理信息统计组件解决的问题

可扩展的教学管理信息统计组件在解决教学管理信息统计问题时，具有很强的通用性，表现在两方面：一是统计的功能，二是统计的技术。

在功能上统计组件解决了统计项的灵活定制问题及实现了多维关联统计功能，采用此组件实现的统计功能，高校可以根据自己的统计需求来定制维度和每个维度的具体统计项，涵盖了各高校教务管理中的统计需求。同时统计组件可以使教学管理信息统计提高到面向主题的高度，解决了当前教务管理信息系统中统计功能多是针对几个单独的业务范围及统计功能分散到各个功能模块的问题。

例如：

统计设置			
统计项 1	性别	▼	
统计项 2	出生年	▼	
统计项 3	--请选择--	▼	
统计结果项	<input type="checkbox"/> 高考最高分数	<input type="checkbox"/> 高考最低分数	<input checked="" type="checkbox"/> 高考平均分数
输出类型	<input checked="" type="checkbox"/> 纵向列表	<input type="checkbox"/> 横向列表	<input checked="" type="checkbox"/> 二维表 <input type="checkbox"/> 饼状图 <input type="checkbox"/> 柱状图

图 8 统计项设置

第一维选定新生性别。

第二维选定新生的出生年份。

统计结果项选定高考平均分数。

输出类型选定纵向列表和二维表。

这样教务管理员就可以统计不同性别、不同出生年的新生高考分数情况，以纵向列表和二维表的形式展示出来。为教务管理员提供了较大的灵活性，可以针对性别、出生年、政治面貌、注册状态等统计新生的高考分数，结果又具有灵活的显示方式，提供了多维统计和定制的功能。

这里主要是基于新生管理模块进行的统计，统计是基于单模块的，统计组件可以实现多模块的关联统计，例如：新生模块和学籍模块，学籍模块和成绩模块等。

技术上，开发人员只需实现组件提供的对外接口实现特殊业务处理，包括以下几方面：

(1) 增加统计的维数，原则上可以增加至无限维，提供了更加复杂的多维统计分析。

(2) 针对具体的统计项，开发人员具体进行设定做到特殊统计项的特殊处理。

(3) 针对统计结果项，组件默认提供了整数、小数、百分比、分数等形式的统计结果，开发人员可以实现 StatisticsHandler 接口中的方法做到数学期望、方差等复杂的数理统计功能。

(4) 在统计结果的页面展示上组件提供了横向列表、纵向列表、二维表、柱状图和饼形图等方式，开发人员可以针对具体需求，扩展实现其他显示方式，例如：三维表、曲线图等。

此外开发人员借助于统计组件可以灵活方便的开发统计程序，提高程序的开发效率，另外基于组件开发的程序在进行软件维护和进行必要的二次开发时，非常方便省时，大大降低软件的开发成本。

5. 结论

本文提出了利用可扩展的统计组件来设计与实现信息统计的技术思路,构建了一个可扩展的教学管理信息统计组件，实现了高校教务管理信息系统中统计功能个性化定制及多维关联统计功能，并支持多种不同的图形显示方式。开发人员借助于统计组件可以灵活方便的开发统计程序，提高程序的开发效率。与此同时，组件提供了一些对外接口，可通过扩展接口实现一些特殊的统计需求，因此具有良好的可扩展性。当然，对于教学管理信息统计这个复杂的课题，本组件只能针对某个方面的问题提供一定的技术支撑。

注：本文研究得到全国教育科学“十一五”规划课题“基于知识管理的大学数字校园的研究”（课题批准号:DCA060096）的资助。

参考文献

王孝玲（1993）。《教育统计学》（修订版）。上海：华东师范大学出版社。

张春、徐雷和张岚（2007）。远程教育教师工作量统计模块的设计。实验室科学，2007(4)，85-86。

孙荣平（2006）。高校成绩分析信息系统的构建与实现。黑龙江教育（高教研究与评估），2009（9），67-68。

曹树国（2007）。高校学籍管理软件中的统计功能及其实现。重庆教育学院学报，2007(11)，61-62。

萨师煊和王珊（1992）。《数据库系统概论》。北京：高等教育出版社。

宣华、王映雪和陈怀楚。《清华大学综合教务系统在教务管理中的应用》。《计算机工程与应用》，2002（12），237-239。

KINGO（2009）。<http://www.kingosoft.com/>

GCCCE2010

ORACLE(2009) ◦ <http://www.oracle.com/lang/cn/applications/peoplesoft/>

THEOL(2009) ◦ <http://www.theti.org/>

Scratch 程式設計之科學過程技能量表發展

The development of SPS inventory for Scratch programming

蕭信輝、賴阿福

臺北市立教育大學資訊科學系

shaofai@tp.edu.tw , lai@go.tmu.edu.tw

【摘要】本文主要目的在於探究科學過程技能(SPS)之內涵，以標準測驗發展模式研發科學過程技能量表，以做為國小資訊課程中視覺化程式設計軟體Scratch教學實施後之學習成效評估。此量表發展以327位國小高年級學童為對象，經分析結果顯示，具有不錯的信度及效度。在Scratch教學過程中適時融入WeDo及PicoBoard兩種Scratch外部連接硬體的實際操作，對於高年級學童科學過程技能將有所助益，且可採用本量表加以驗證。

【關鍵詞】科學過程技能、Scratch、程式設計、科學過程技能量表

Abstract : The purpose of this study was to develop an ICT-based science process skill (SPS) inventory according to the development model of standardized test. The participants in the process of inventory development are 327 fifth and sixth graders. The SPS inventory has good reliability and validity after analyzing the data collected from the pilot test, and it can be used for investigating the learning effect of SPS after Scratch programming learning. The teachers can adopt and integrate PicoBoard and WeDo hardware interface into their Scratch instruction which will promote the science process skill, and then employ the SPS inventory to verify the learning effect.

Keywords : science process skill, SPS, Scratch, programming, SPS inventory.

1.緒論

科學教育的發展，對國家科技人才的培育影響深遠，世界各國莫不重視此一政策，我國當然也不例外。科學教育主要目標是培養全民的「科學素養」，除了重視科學概念的學習之外，更強調科學過程技能的培養。所謂「科學過程技能」是執行探究的能力，必須由實做中來學習。因此有些人認為「科學過程技能」是科學研究的方法，是實驗室進行實驗具備的能力，所以狹義的「科學過程」即等同於進行實驗的過程，把「科學過程技能」應用於「實驗教學法」，培養學生規劃、設計及執行實驗的能力（甘漢銑、陳文典，2005）。根據美國科學促進會（AAAS：American Association for the Advancement of Science）的分析，將科學過程技能分為兩大類共十三項，其中觀察、分類、應用時空關係、預測、運用數字、測量、傳達、推理等八項是屬於基本(basic)過程技能，而形成假設、控制變因、解釋資料、下操作型定義、進行實驗等五項是屬於統整(integrated)過程技能。

以自然課的做實驗過程來說，可分為四個步驟，從規劃、執行、解釋到發表。而電腦程式設計的步驟，則大致可區分為分析需求、演算法設計、撰寫程式碼、驗證除錯等循環步驟。寫一支程式就像做一個實驗一樣。程式設計之語法、語意、邏輯思考等能力，是可以透過訓練而增進的，此種能力的養成還可轉移至其他能力（賴建二，2004）。林美娟（2008）研究指出，只要國中、小電腦教師願意積極尋求適合不同年齡層、不同學習興趣的程式設計工具，並於教材編製中融入巧思，引導學生進行有意義的學習活動，則程式設計教學應可變得極為生動、有趣，有助於學生想像力與創造力的培養。

Scratch是美國麻省理工學院的媒體實驗室所開發的一套視覺化程式設計軟體，以拖曳積

木指令方式來堆疊成程式，免除語法錯誤所造成的困擾，非常適合國小學童來學習。近年來，很多小學教師進行Scratch教學研究發現，學習Scratch程式設計的確對於學童的邏輯推理能力、高層次思考能力及問題解決能力的提升有顯著成效（楊書銘，2008；張文奇，2009）。新版的Scratch還支援連接外部感應器PicoBoard（如圖1a）及LeGo積木簡易程式機械組WeDo（如圖1b），透過PicoBoard感應器的光線、聲音、滑桿、按鈕及電阻的偵測，可以讓程式設計更多樣化；簡易程式機械組積木WeDo，除了有傾斜和距離的感應偵測外，還包含一個馬達，可以利用Scratch程式設計來控制運轉，讓程式設計也可以連結真實世界，提供更多有趣的實作、生活化的應用及科學實驗。

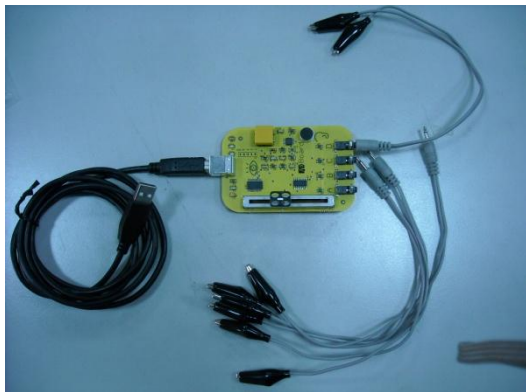


圖1a. Pico Board



圖1b. 簡易程式機械組WeDo

根據Scratch的官方網站的描述：小朋友可以運用Scratch來設計互動式的故事、遊戲和動畫，在這過程中會學到重要的概念和技巧，包括連續、迴圈、條件陳述、變數、布林邏輯等等。學習Scratch程式設計，從初始概念的規畫到整個方案的完成，並不需要特別的經驗，只要有清楚且細心的思維。執行的程式會精準的告訴電腦一步一步做什麼，遇到無法執行，或結果不如預期，就必須程式除錯，除錯的過程就是培養耐心，邏輯推理及問題解決能力。總之，從以上的探討分析，scratch操作介面簡單易學，功能強大又具多樣性，富有教育價值，是一套相當適合小朋友學習的程式設計軟體，對於科學過程技能的培養有所助益。

2.研究方法

為了解融入科學過程技能於Scratch教學中，對於學生學習後之成效，除了上課時觀察學生反應之外，較為客觀的方法，得以適當量表工具施測，再比較前後測所得數據之差異性。經研究者探究結果，發現以國小學童為施測對象的科學過程技能量表，施測內容多以自然科學領域為主，對於資訊教育程式設計教學的評量可能有所誤差。所以研究者在教授指導下擬自行研發適用之「科學過程技能量表」。茲將量表發展過程述說如下：

8. 【】右圖是一簡易的電腦遊戲設計圖，在座標(0,0)的精靈可以透過鍵盤的方向鍵來移動其上下左右位置，而且每按一下只能移動一格。如果你是玩家，請問下列哪個移動方式可以讓精靈到丙的位置？

(1) 按 ↑ 6 下，再按 → 6 下 (2) 按 → 5 下，再按 ↑ 6 下
(3) 按 ↑ 3 下，再按 → 6 下 (4) 按 → 2 下，再按 ↑ 7 下

9. 【】同第8題，精靈的座標還是(0, 0)，如果想要用按鍵次數最少的方式把甲乙丙三個都抓到，請問下列哪種抓取的順序最快？

(1) 甲、乙、丙 (2) 乙、丙、甲 (3) 丙、乙、甲 (4) 乙、甲、丙

10. 【】同第8題，如果精靈的座標是在甲(6, 3)的位置，然後要再抓取另外兩個，請問至少要按幾下方向鍵？

(1) 11 下 (2) 12 下 (3) 13 下 (4) 14 下

11. 【】阿丹寫了一支電腦程式，讓燈光會隨時間而改變顏色，以下是執行該程式後，前16秒所出現的結果：

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...
顏色	紅	藍	綠	黃	紫	粉	白	黑	灰	棕	金	銀	靛	紫	藍	綠	...

圖2 科學過程技能量表部份畫面

此量表是研究者根據研究目的及施測對象，經過文獻探討，並參考Science process skills: assessing hands-on student performance (Ostlund,1992)，及江淑瑩(2006)的科學過程技能問卷和

朱淑吟(2002)的科學過程技能量表編製而成。量表主要內容以國小資訊教育課程為基礎，依據SAPA課程的十三項科學過程技能所列細項，思考其中準則，逐一擬定量表題目，建立可靠的構念效度。此量表初稿，請兩位中高程度的五年級學生先行閱讀，修改語意不清或是辭彙難懂之文句，再請國小自然領域資深教師及資訊科學教授指正修訂，建立專家效度，形成科學過程技能量表預試卷，總共有四十題，其中有十三題是單一題型，其餘屬題組型。茲舉一題組(如圖2)說明編輯理念，此題組藉由座標點的移動及相互位置的關係，來評量學生「應用時空關係」的過程技能。

為取得量表之有效信度，先以量表預試卷對台北市某國小五、六年級部份班級學生進行預試，取得結果經統計分析後，刪除及修改不當題目，再以量表正式卷對其它班級施測。兩次施測樣本資料如表1。這些學生自三年級開始接觸電腦課程，每週有一節電腦課，歷經兩年的電腦課程練習及實作，學生已具備中英鍵盤輸入、視窗操作、文書處理、網際網路蒐尋資料、電腦繪圖影像處理等能力。

表1 施測樣本資料表

年級 施測別	五年級	六年級	總人數
預試卷施測	125人/5班	27人/1班	152人/6班
正式卷施測	147人/6班	28人/1班	175人/7班

3.研究結果與討論

本研究之科學過程技能量表預試卷樣本共153份，其中有一份預試卷未填答完畢視為無效樣本，取得有效樣本共152份。利用SPSS統計軟體進行統計分析，先以Cronbach α 值考驗內部一致性，得到 α 值為.785；再以折半信度考驗，得到Guttman Split-Half 係數為.622。由此可知此量表的內部一致性頗高，具有良好的信度。最後，研究者依據量表預試結果，經計分處理，統計所有樣本得分，再依分數高低排序，選取27%高分組及27%低分組，進行各題之難度及鑑別度分析。茲將統計分析結果依科學過程技能十三項向度整理如表2：

表2 科學過程技能量表預試卷統計分析表

技能項目	量表題號	平均數	標準差	難度	鑑別度
觀察	1、3	.819	.008	0.7~0.8	0.3~0.4
應用時空關係	8、9、10	.689	.004	0.6~0.7	0.4~0.5
分類	4、5、6、7、13	.454	.039	0.3~0.7	0.0~0.6
應用數字	14、15	.372	.044	0.2~0.5	0.0~0.6
測量	2、16、17	.368	.029	0.2~0.5	0.0~0.5
傳達	12、19、20	.463	.020	0.3~0.6	0.3~0.6
預測	33、35、36	.439	.002	0.4~0.5	0.5~0.8
推理	11、18、37	.513	.016	0.4~0.6	0.4~0.6
形成假設	21、29	.336	.046	0.2~0.5	0.2~0.6
控制變因	22、23、24、25、30、31、32	.340	.006	0.3~0.5	0.0~0.5
下操作型定義	27、28	.569	.004	0.5~0.7	0.3~0.5
解釋資料	26、34	.260	.001	0.2~0.3	0.0~0.1
進行實驗	38、39、40	.382	.000	0.4~0.5	0.2~0.6

依難度及鑑別度分析結果，以保留每一向度至少兩題為原則，刪除不適當之題目第7、17、19、22、24、25等六題，修改第3、15、21、26、27、34等六題之題目內容語意，修訂後之正式卷量表題目共三十四題，以正式卷量表對不同於預試卷樣本對象施測。再根據施測結果進一步分析，得到Cronbach α 值為.817，折半信度Guttman Split-Half 係數為.731，可見此正式卷量表的內部一致性具有可靠的信度。再與預試卷相同方式，進行各題之難度及鑑別度分析。茲將統計分析結果整理如表3：

由表3統計分析數據顯示，此正式卷量表的難度與鑑別度，大部份題目皆介於0.4至0.6之間，可說是難易適中，並且具有良好的鑑別效果。僅有兩題難度為0.3，稍微偏難，三題鑑別

度為0.3，稍微偏低。據專家檢視說明，這些題目引用之專有名詞，對五年級學童來說，有部份概念尚在學習中，但這些題目所評量之內容為必備概念，應予保留。據此，將正式卷量表三十四道題目重新編排題號，編輯成為研究所須之科學過程技能量表。

表3 科學過程技能量表正式卷統計分析表

技能項目	量表題號	平均數	標準差	難度	鑑別度
觀察	1、3	.797	.014	0.7~0.8	0.4~0.4
應用時空關	8、9、10	.676	.002	0.6~0.7	0.4~0.6
分類	4、5、6、13	.539	.031	0.3~0.7	0.3~0.6
應用數字	14、15	.420	.006	0.4~0.5	0.4~0.5
測量	2、16	.497	.009	0.4~0.6	0.4~0.4
傳達	12、20	.534	.000	0.5~0.6	0.4~0.6
預測	33、35、36	.461	.008	0.4~0.6	0.5~0.6
推理	11、18、37	.520	.013	0.5~0.6	0.4~0.6
形成假設	21、29	.403	.078	0.3~0.7	0.4~0.4
控制變因	23、30、31、32	.384	.001	0.4~0.5	0.4~0.5
下操作型定	27、28	.543	.011	0.5~0.6	0.3~0.4
解釋資料	26、34	.349	.000	0.4~0.5	0.5~0.5
進行實驗	38、39、40	.364	.001	0.4~0.5	0.3~0.5

4.結論與建議

本研究所發展的「科學過程技能量表」，經過預試卷樣本及正式卷樣本兩次施測，結果分析已有良好的效度及可靠的信度，足以檢測國小高年級學童之科學過程技能。研究者在未來資訊課程的實施，將以Scratch進程式設計實際教學，融入程式設計及專題製作上，且採用PicoBoard及WeDo兩種Scratch程式設計的輔具，將可達到「做中學、學中做」之效果。限於課程標準排課之規定，每週僅有一節資訊課程，根據徵詢領域專家的回饋及研究者在教育現場的經驗，若有連續兩節資訊課程的安排，將更有助於程式設計教學的實施。

另外，對於科學過程技能量表的施測，根據研究者在預試時觀察發現，可能評量題目較多，部份學生會有沒耐心填答之現象，因此建議此量表施測方式可稍作改變，把題目分成兩份，縮短每次施測時間且分兩次進行為宜。

參考文獻

- 甘漢銑、陳文典 (2005)。「科學過程」技能。2009 年 11 月 13 日，取自 <http://www.phy.ntnu.edu.tw/nstsc/doc/book94.11/03.doc>。
- 朱淑吟(2002)。利用網頁專題製作引導 STS 專題式教學對學生學習影響之研究。國立花蓮師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版。
- 江淑瑩(2006)。以科學遊戲融入教學探究國小四年級學童學習成效之研究。臺北市立教育大學科學教育研究所碩士論文，未出版。
- 林美娟(2008)。國中小實施程式設計教學之適切性探究。中等教育，伍拾玖卷，第肆期，58-77。
- 張文奇(2009)。視覺化程式設計對國小兒童高層次思考能力之影響。臺北市立教育大學自然科學教學碩士學位班碩士論文，未出版。
- 楊書銘(2008)。Scratch 程式設計對六年級學童邏輯推理能力、問題解決能力及創造力的影響。臺北市立教育大學數學資訊教育教學碩士學位班碩士論文，未出版。
- 賴健二(2004)。兒童視覺化中文程式語言之開發與研究。國立臺北師範學院教育傳播與科技研究所碩士論文，未出版。
- Ostlund, Karen L (1992). *Science process skills : assessing hands-on student performance*. Menlo

Park, Calif.: Addison-Wesley Publ. Co.

以「使用者為中心」的自然與生活科技教學輔助影片發展之研究

An Investigation on the Development of User-Centered Video as Teaching Aid for Science and Technology

彭文萱、熊召弟

國立台北教育大學自然科學教育學系

郵件信箱：sandra0755@hotmail.com，hsiungct@gmail.com

【摘要】因應資訊化時代的來臨，如何製作出符合教學者所需的教學輔助影片，是本研究欲探討的重點。本研究以使用者（教師）為中心出發，藉由分析教師的需求來進行影片規劃，從中邀請諮詢教師參與，並進行深度訪談，以提出發展建議，據此開發自然與生活科技教學輔助影片，繼之由評鑑教師進行影片的優劣評估。結果顯示以使用者為中心所發展的教學輔助影片，能符合教師需求，方便教師使用，於使用者回饋評估呈現高度肯定。本研究亦發現以使用教師為主的設計，同時也必須兼顧學童的學習完整性，故建議教師必須將教學輔助影片轉化後，以輔助教學的工具運用於課堂。

【關鍵詞】使用者中心設計、教學輔助影片、媒體開發

Abstract: In order to adapt to the information era, this study focuses on how to make videos as teaching aid to meet the needs of teachers. Based on user-centered principles, the process makes videos through analyzing the needs of teachers, inviting instructors as advisors to conduct deep interviews, with purpose to propose constructive suggestions to develop the video of science and technology as teaching aid. Then, three advisors were invited to assess the videos. The result reveals that user-centered video infusing in instruction can meet the needs for teachers as well as be convenient for them to use. According to the feedback, it is highly approved from users' response. However, this study also finds out that the user-centered design must consider children's holistic learning. it is also suggested that teacher should be cautious to transform the idea of video while in teaching.

Keywords: User-centered design, Video as teaching aid, Media development.

1.研究背景與動機

於教科書開放民間編輯之後，教科書市場化的議題興起了一股研究的風潮，大部分研究指出教科書開放審定本自由競爭後，業者將教科書商品化，並且以服務配合行銷，積極爭取廣大市場，進而造成了市場化的爭議，其研究中也多提出了對於教科書業者的建言(黃銘傑，2005；詹美華，2008)。回歸教育本質面，教科書及其周邊資源等優質教材的編撰，才是教師與學生所需求的。而數位時代的來臨，刺激了教學型態改變，學習資源數位化也是時勢所趨。自然與生活科技領域的教學，需要多元的視覺資源來輔助教師於教學中呈現較難於課室觀察的項目，故如何製作出符合教師所需的教學輔助影片為教科書出版業者的重要課題。因此若教學輔助影片能針對使用的教師進行設計，將其意見納入來開發新產品，將更能了解到

使用者的需求，增加使用者的主觀滿意度 (Riva, 2002)。故本研究以使用者為中心的設計取向為基礎，探討下列問題：(1)如何根據使用者需求分析進行設計規劃？(2)如何藉由使用者的諮詢建議來發展教學輔助影片？(3)利用使用者評估探討此教學輔助影片的成效為何？

2.文獻探討

2.1 使用者中心設計 (User-Centered Design, UCD)

使用者中心設計即是使用者參與設計，Preece (1995) 舉出使用者涉入設計的原則在於聚焦於使用者及使用者需求、完成使用者任務的資訊蒐集、完成初期測試與評估、反覆式的設計及回饋。故於設計活動的過程中邀請使用者的參與，並瞭解使用者的需求，並讓使用者能協助組織達成方案，就是使用者中心設計的原則。

2.2 教學輔助工具

在這電子資訊化的時代中，教學者除了以傳統方法教課之外，也面臨到如何吸引同學對課程的興趣。而為了提升教學效果，近年來有許多輔助教學工具被發展出 (Hoven, 1999)。文章所述的教學輔助影片為結合文字、聲音、影片及動畫所製成輔助教學教師的視訊影片。

3.方法與程序

3.1 研究設計

本研究探討教科書出版業以使用者為中心為取向開發自然教學輔助影片的歷程。故本研究實施流程分為三大階段：第一階段由出版業業務人員親自拜訪使用過舊式教學影片老師的使用心得，進行使用者的需求分析。第二階段則是邀請使用者教師參與諮詢，發展出新的教學影片。第三階段藉由使用者評鑑及使用者回饋意見瞭解此教學影片的優點及缺失，並提出改善建議。其參與研究的使用者教師藉由參與的時間及程度有以下三種不同的角色區分：

3.1.1 大眾教師：由台灣地區隨機抽樣 50 名使用過舊式教學輔助影片的自然科老師，其意見為主要的使用者需求分析來源，且於成品完成時試看並檢核成效。

3.1.2 諮詢教師：由大眾教師中立意取樣選取三位年資五年以上於大台北地區任教的自然科教師組成，在過程中扮演使用者諮詢的角色。(受訪代碼 CT1、CT2、CT3)

3.1.3 評鑑教師：由大眾教師中立意取樣選取三位年資五年以上於大台北地區任教的自然科教師組成，於成品完成後，評斷其與課程的符合度和適切性。(受訪代碼 ET1、ET2、ET3)

3.2 資料收集與分析

研究者參與觀察自然與生活科技教學輔助影片的設計及製作。於過程中，觀察製作流程，並探討使用者與設計者的互動情境及溝通模式。故以質性分析為主，於參與過程中，藉半結構式訪談針對使用者進行深度訪談，瞭解整個歷程及使用者扮演的角色，其收集資料包含親訪記錄單、研究札記及針對使用者之深度訪談記錄等資料，並將資料彙整後做詮釋性分析。

4.研究結果與討論

本研究藉影片的實例來輔助說明以使用者為中心設計的教學輔助影片發展研究之結果。

4.1 教學輔助影片使用者需求分析及設計策略

4.1.1 使用者需求

經出版業的業務人員與大眾教師接觸後，彙整意見發現以下三個問題：(1) 與課程適切性不足：舊有的影片拍攝年代久遠，而至今教科書的內容也歷經多次改版。舊有的課程內容與現今不符。故有 62% 的大眾教師反應影片和課程的搭配度不高，不具有課程的適切性。(2) 影片冗長：由於目前教育部於課堂數有限，而冗長的教學輔助影片（約 10~20 分鐘）會拖慢課堂的進行速度，故有 44% 的大眾教師反應利用過長的影片輔助教學恐會干預課堂的進行。(3) 影片趣味性不足：舊式影片的畫面呈現較呆板單調，導致學童缺乏興趣，無法將學童的學習力聚焦於影片上。故有 54% 的大眾教師認為教學輔助影片應該有更多吸引學童元素。

在影片裡面有補充很多種磁力玩具的作法很好，但是沒有課本裡的張嘴鱷魚。而且提供的教具又只有一組一個，這樣很多小朋友沒辦法操作喔！（中區業務親訪紀錄單）

影片教學是不錯！但播放影片浪費時間的，尤其是你們的影片那麼長，播給學生看 20 分鐘就過去了。如果設計短一點，約 3 分鐘引起動機，應該就會常常使用了。（北區業務親訪紀錄單）

枯燥的影片呈現方式，引不起學生的興趣，要多加一些有趣味的東西，會比較吸引學生。

（南區業務親訪紀錄單）

4.1.2 設計方針規劃

執行團隊，藉整合大眾教師意見後，應對使用者需求所規劃出的設計方針有以下三部分。

(1) 學習課程結構化：依據課程內容、教師授課流程及概念順序，將學習的元素結構化，做為影片發展的基本主軸。故其影片結構內容設計主要依據單元內容組織架構，強調上下關聯性和邏輯性。(2) 2~3 分鐘短影片：影片規劃成 2~3 分鐘的短影片，方便教師作為課堂的引起動機、或是概念重點歸納使用。(3) 活潑的影像畫面：在影片的風格呈現上能以色彩鮮明畫面，加上輕鬆活潑的配音配樂，利用一些吸睛元素例如動畫等，並且結合教科書中出現的科技娃娃作為串場，期許傳達活潑的視覺效果。

4.2 利用使用者諮詢後的建議發展教學輔助影片

4.2.1 使用者諮詢建議

三位具有專業背景的諮詢教師，提供影片製作上的建議。其建議及協助的部分如下所述。

(1) 課程結構概念圖：由於此教學輔助影片於設計規劃時強調課程的結構性，故於課程結構面請求諮詢教師給予協助及建議，並以用概念圖的方式將學生的學習內容結構化。(2) 影片符合教學流程化設計：以 2~3 分鐘的短影片方式呈現，可方便老師於課堂上進行，但難免有零散的問題，故諮詢教師建議，直接以教學流程作規劃，並繪製成課程單元概念流程圖，作為擬制腳本的參考。(3) 多元媒體的融入：諮詢教師們建議可加入學生們喜歡的流行元素，例如動畫、卡通串場人物等等與課程概念及實驗的呈現穿插使用，增加影片的多元性，在每段影片尾還可加上重點歸納的字卡等。

CT3：短影片的呈現可方便教師教學，如果可以再將影片的呈現結合課本的流程，讓教師在使用的時可以直接作對應的選擇，就可避免短影片太零散，老師找不到配合的影片的問題了。（CT3，2009.3）

CT1：動畫是學生最喜歡，也是最常接觸的元素，如果可以在一些原理的部分，利用動畫作歸納，效果應該會很好。（CT1，2009.3）

CT2：影片如果只是口白加上影像，沒辦法引起學生的注意，所以建議加一些比較流行的東西，譬如動畫、或是串場人物，讓學生比較有興趣。（CT2，2009.3）

4.2.2 影片的發展與執行

影片的發展工作歷經企畫、腳本撰寫、拍攝、後製以及評鑑，並呈現以下三部分的特色。

(1) 概念模組化：以教學者為主將影片以概念作為段落切割，將單元依循概念圖切分成 6~

10 個小概念，各以 2~3 分鐘短影片呈現，方便教師利用於課堂引起動機或歸納概念。(2) 整合選單系統：將課程主概念作切割，嘗試將主概念作分支，分成數個小概念來呈現。在影片的呈現上依小概念作為命名，影片名稱後面加註大約的播出時間。(3) 以實驗特寫、原理動畫來呈現畫面：將實驗操作及結果以特寫畫面呈現，同時在實驗設計上更加深教材的內容，可當作延伸教材使用，而於課程概念中複雜的原理部分以動畫來呈現，加深學童印象及記憶。

4.3 以使用者評估探討此教學媒體的成效

4.3.1 使用者評鑑

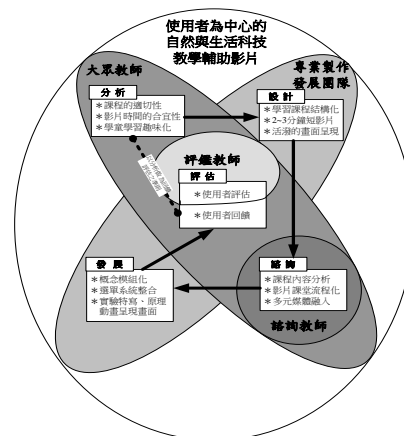
藉由三位評鑑教師觀看後此教學多媒體的深入訪談，檢核其可用性。其表示影片合乎教學流程的安排有助於課堂上的使用，但同時也有將概念切割過細碎的問題，且造成了部分段落影片內容相重疊。因此，教師於使用影片前，必須有充分的課堂準備，先將其內容轉化後，在融入自己的教學策略之中，讓影片扮演教學輔具的角色，以發揮其真正的功效。

ET1：短影片很方便在課堂上播放，可以直接作為引起動機使用。但是覺得概念被切割了，好像有東西沒交代完的感覺，結果下段影片才又交代清楚。(ET1, 2009.9)

ET3：概念切割的有點太過於小，雖然很方便教學的進行，但是如果學生要用影片來自學的話，恐怕有困擾。(ET3, 2009.9)

4.3.2 使用者回饋

影片完成後，請大眾教師們觀看並做回饋，結果顯示教師對此影片表示肯定。有 88% 的大眾教師表示其改善了舊式影片的缺點。有 76% 的大眾教師表示此影片符合課程所需，並有高達 90% 的大眾教師表示會使用此影片進行教學。



圖一 本研究以使用者為中心設計教學輔助影片的開發模式

5. 研究結論與建議

此教學輔助影片整體設計模式及結果呈現，綜合整理後如圖一所示。本文以參與觀察者的角度續寫出教科書出版業者開發教學媒體之模式，說明藉由使用者需求分析作為設計藍圖，製作出符合課程架構的短影片的教學輔助影片，能符合使用者（教師）所需，達到使用者的高度肯定。但深入進行評估的評鑑教師卻也表示，以使用者為中心的影片設計模式，將課程概念切割得太細碎，恐阻礙學生的學習。故建議以使用者為中心的設計，必須再加以考量另一端的使用者，也就是學習者。而如何在配合教學者的情況下，同時兼顧學習者的學習，也是未來需要深入探討的研究之一。另外，建議教師不可過於依賴教學輔助影片，必須將之轉化後，再依據自行設計的教學策略，配合使用，將其當作輔助教學的工具，才可以達到教學輔助影片的最大效應。

6. 參考文獻（部分省略）

- Hoven, D. (1999). A model for listening and viewing comprehension in multimedia environments. *Language Learning & Technology*, 3(1), 88-103.
- Preece, J. (1995). *A guide to usability-Human factors in computing*, Wokingham: Addison-Wesley.
- Riva, G. (2002). Web usability revisited: A situated approach. *PsychNology Journal*, 1(1), 18-27.
- 詹美華 (2008)。教科書市場化議題之論述分析。 *Journal of Textbook Research*, 1 (2), 1-28。

從等積異形觀點設計面積概念之GSP動態電腦輔助教材

The Instruction Design of Dynamic Computer Assistant Materials for Learning the

Conservation Concepts of Polygons

謝哲仁

國立臺南護理專科學校

邮件信箱：chejenhsieh@mail.ntin.edu.tw

徐秀慧

台南縣歸南國小教師

邮件信箱：pocaoaa@yahoo.com.tw

黃于芹

國立臺南護理專科學校

邮件信箱：dd@mail.ntin.edu.tw

【摘要】 本研究從等積異形的觀點設計面積概念的教學，並應用 GSP 電子幾何板設計動態電腦輔助教材。研究中選取一名國小六年級學習中成就學童進行教學實驗，教學前，學童已學過面積課程，能應用面積公式，但無法說明面積公式的形成過程，且解題策略已有僵化現象，對於等積異形概念的應用不甚了解。教學實驗後，學童透過使用 GSP 理解等積異形概念而對面積概念更加理解、解題策略更多元且具彈性，並且對學習過程能形成深刻的心靈影像。

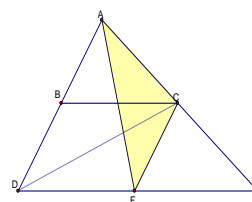
【关键词】 等積異形；面積概念；電子幾何板

Abstract: This study applied the Geometer's Sketchpad to design dynamic assistant learning materials for learning the concept of polygon area in many forms. We chose a subject for carefully studying the effect of using the materials. In pretest, the student was found not able to explain the forming process of area formula (including rectangle、square、triangle、trapezoid、parallelogram), and had rigid strategy of problems solving. After the teaching experiment, the student is able to integrate the concept of polygon area in many forms, and can have more elastic strategies on solving problems. The study shows that the dynamic assistant learning materials can help student to build up polygon area concept, and have more solid understanding about it.

Keywords: polygons, area concept, Geometer's Sketchpad

1.前言

譚寧君(1995a)指出學生認為面積常只是透過公式計算結果，不但忽略了面積概念所代表的意義，也忽略了不同面積公式間的關係，導致概念偏頗不全。而在研究者的教學經驗中也察覺現今學童在學習面積課程時易有下面兩種情形產生：一為對面積公式的過度依賴，若題


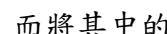




已知三角形ADE的面積是48平方公分，
是平行四邊形BCDF的兩倍，
求黃色三角形ACF的面積為何？

目無法直接提供形成面積公式的要件，學童便會產生困難（如圖 圖 1（陳效師，2008）1：無法直接得知黃色三角形的底和高），而為了遷就公式，不論合不合理，學童甚至改變已知條件，或勉強認定圖形為可用公式之圖形（陳鉅逸，1996；引自譚寧君，1998）。另一種情形便是學童面對複合圖形問題時，往往採取「扣除法」或「圖形個別計算」的策略進行解題，忽略了圖形間的關聯性，無法彈性思考，解題策略已有僵化現象。

譚寧君（1998）提出建議，認為教學活動中應經常提供具體操作活動，藉由經驗與察覺到圖形面積大小經過平移、旋轉等幾何變換後，仍維持不變，這既可以促進學童的保留概念發展能力，也可避免依賴視覺解題而形成的僵化模式。因現今的平面教材無法針對等積異形做操作，而動態幾何軟體 GSP（Geometer's SketchPad）具有能使電腦以動態圖像的方式呈現數學概念的性質及其變化的過程，提供學習者更強而有力的學習和知覺經驗，為學童建構一個主動認知的環境，搭起學習的鷹架（謝哲仁，2002），因此本研究從「等積異形」的觀點設計教材，期望讓學童從操作 GSP 中建構概念、產生更強烈的心靈影像與理解。

2. 文獻探討--面積概念相關研究

Hutton(1978)的研究顯示兒童在經驗保留性時的困難，曾向 48 名 11 歲兒童展示兩個切割成三份的全等長方形 ，而將其中的一個三角形移至左側，形成 ，此時有九名學童表示面積不相同；接著呈現二個切割成四份的全等圖形 ，再將其中一圖形翻轉成 ，此時有十七名學童表示兩者面積不同（譚寧君，1997）。由此得知，若需建立等積異形的概念，則必須擁有保留概念，而保留概念則必須經過多次經驗累積而逐漸形成。譚寧君（1995b）的研究中也提出面積保留概念是等積異形概念的必要條件，而等積異形概念應是面積概念公式的前置概念，故欲使面積公式有意義，保留概念與等積異形概念皆不可缺少。

3. 研究方法

3.1. 研究設計

本研究採個案研究法，研究中選取一位國小六年級學習中成就學童進行教學實驗課程，此研究先從面積公式與等積異形概念的建立進行，再針對複合圖形部分進行教學實驗課程，探究個案學童在接受此動態電腦輔助教材學習後，其數學概念在前後測中的改變情形。

3.2. 電腦設計

3.2.1. 電腦設計原則 本研究中所設計的動態電腦輔助教材設計以圖形為主，讓個案學童在 GSP 的環境下透過滑鼠移動「圖形」和「點」的方式進行教學。

3.2.2 動態電腦輔助教材圖示

（一）面積公式的形成：利用圖形的重組與重疊理解面積公式的形成。（表 1）

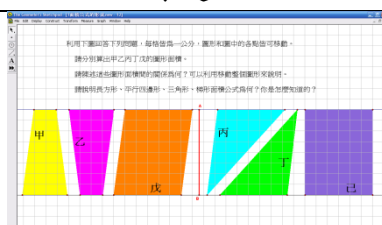
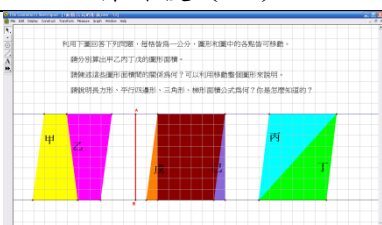
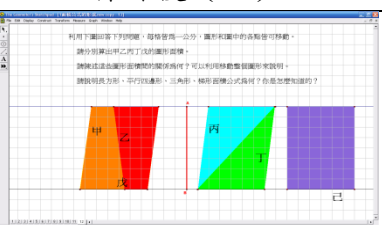
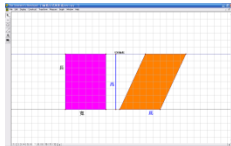

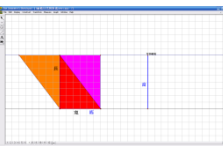
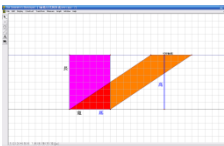
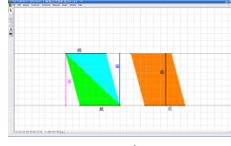
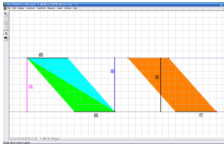
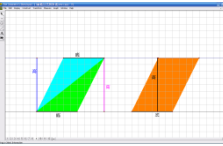
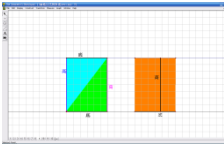
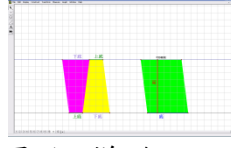
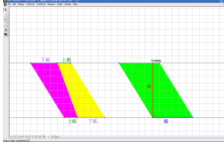
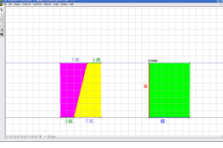
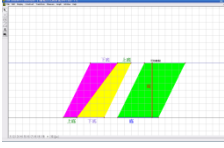
原題目	操作後（一）	操作後（二）
		

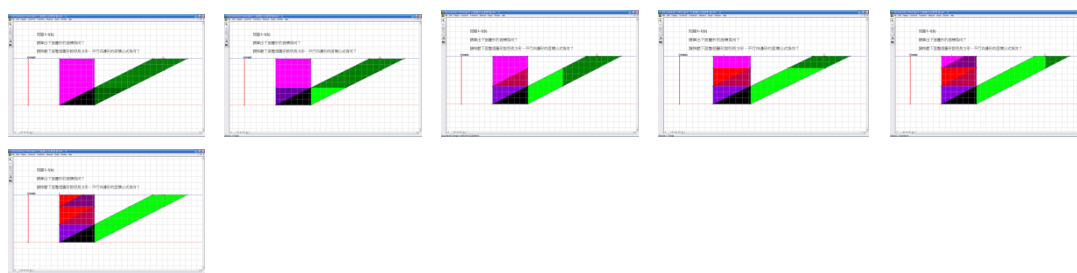
圖 2

（二）察覺等積異形：察覺當三角形（平行四邊形、梯形）底和高不變，面積就不變。（表 2）

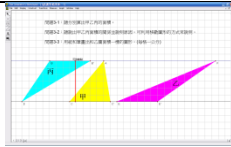
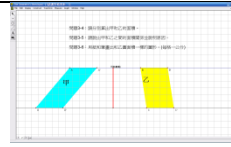
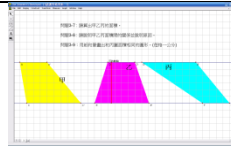
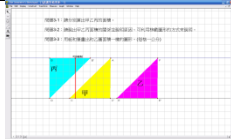
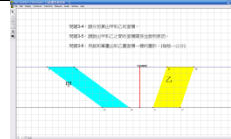
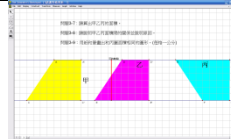
原題目	操作後（一）	操作後（二）	操作後（三）	概念分析
-----	--------	--------	--------	------

 <p>圖 3：平行四邊形</p>	 <p>圖 4：三角形</p>	 <p>圖 5：梯形</p>	 <p>註 1</p>	<p>將平行四邊形藉由切割移動重組，理解其與長方形面積相等。</p>
 <p>圖 4：三角形</p>				<p>將平行四邊形與兩全等三角形重疊，理解三角形面積是平行四邊形的一半。</p>
 <p>圖 5：梯形</p>				<p>將平行四邊形與兩全等梯形重疊，理解梯形面積是平行四邊形的一半。</p>

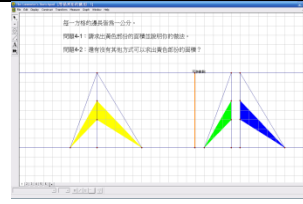
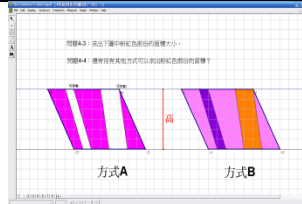
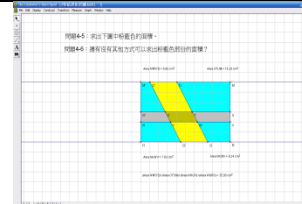
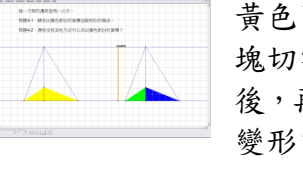
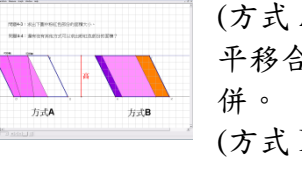
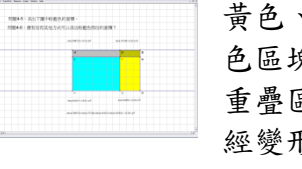
* 註 1：平行四邊形切割移動重組步驟如下：

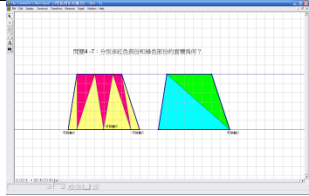
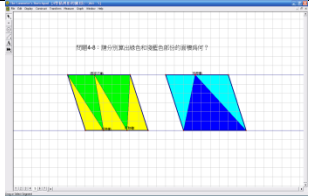
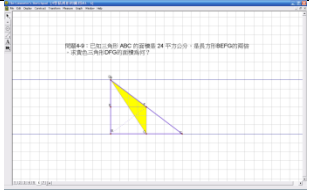
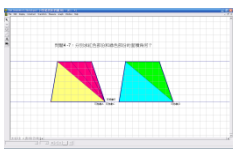
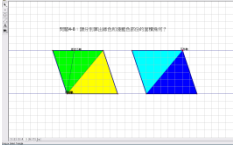

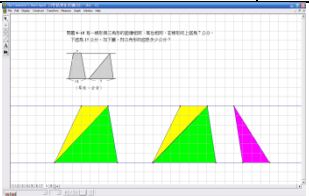
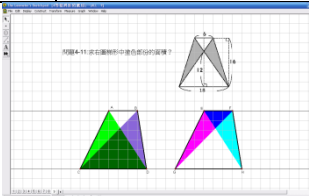
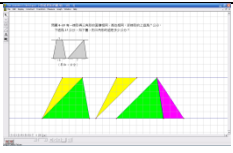
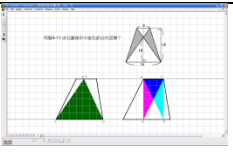


(三) 認識等積異形：當三角形(平行四邊形、梯形)底和高相等，面積就會相等。(表 3)

原題目	 <p>圖 6：三角形</p>	 <p>圖 7：平行四邊形</p>	 <p>圖 8：梯形</p>
操作後			

(四) 複合圖形：利用等積異形概念，透過移動圖形的動點進行解題。(表 4)

原題目	 <p>圖 9：切割變形重組</p>	 <p>圖 10：平移重組</p>	 <p>圖 11：變形重組</p>
操作後	 <p>黃色區塊切割後，再經變形重組，面積仍不變。</p>	 <p>(方式 A) 平移合併。 (方式 B) 等積變形重組。</p>	 <p>黃色、灰色區塊與重疊區塊經變形移動後，面積不變。</p>

原 題 目		圖 12：變形合併		圖 13：變形合併		圖 14：等積異形
操 作 後		紅色與綠色面積相等。		綠色與淺藍色面積相等。		黃色三角形經變形後，面積不變。
原 題 目						圖 16：變形比較
操 作 後						(左圖)三角形 ACD 和 BCD 的面積相等，故扣除重疊區塊，面積仍相等。 (右圖)方式亦同，只是重疊區塊在上方。

4.結果分析與討論

前測時，個案學生皆採取「扣除法」或「圖形個別計算」的策略進行解題；而在後測時，學童的解題策略增多，融入了等積異形概念，能以畫圖方式呈現心靈影像，且能思考利用圖形間的關聯進行解題，不再執著於面積公式，而能利用面積概念進行解題，對面積概念有更進一步的瞭解。

5.結論與建議

- (一) 經過動態電腦輔助教材學習後，個案學童的解題能力更多元，不再受限於「扣除法」和「圖形個別計算」的方式，且不再執著於面積公式，能活用「等積異形」的概念進行解題，具有彈性心像的能力，對面積概念有更進一步的理解。
- (二) 學童經由 GSP 的操作，對面積概念產生深刻的心靈影像，在後測的解題過程中能將此呈現出來且後測表現較前測有所進步。
- (三) 本研究受限於時間因素，無法將圓形納入，未來也可延續此研究，對面積單元內容進行更廣泛的相關研究。

參考文獻

- 陳效師 (2008)。《算得巧：應用題和圖形題》。台北市：九章。
- 陳鉅逸(1996)。我國國小高年級學生平面圖形面積概念的研究。八十五年度師範院校學術研討會。
- 謝哲仁(2002)。動態電腦幾何教學建構之設計實例與理論探析。《國立嘉義大學數學教育研究所：革新國民中小學數學教育議題》。高雄：復文出版社。
- 譚寧君 (1995a)。面積概念探討。《國民教育》，35(7.8) (八十四年四月)，14-19。

譚寧君 (1995b)。師院生面積概念與解題策略分析研究。《八十四學年度師範學院教育學術論文發表會論文集》，254-279。

譚寧君(1997)。面積與體積的教材分析。《國民小學數學科新課程概說(中年級)》，175-192。

譚寧君(1998)。國小兒童面積迷思概念分析研究。《臺北師院學報》，11(八十七年六月)，573-602。

Hutton, J.(1978). Memoirs of a Maths Teacher:6 Understanding Space . *Mathematics Teaching*, 82, 8-14.

電子白板準備度指標之發展

The development of interactive whiteboard readiness indicators

蕭顯勝、林建佑、廖乃瑩、洪琬諦

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展所

{hssiu, 897710024, 697710428, wanti}@ntnu.edu.tw

鍾雅萍、黃鈺雯

數位典藏與數位學習國家型科技計畫品質服務中心

{668, c0732}@email.csd.org.tw

【摘要】 本研究擬建置一套電子白板準備度指標，供擬導入或已導入電子白板之機構，針對準備度內涵提出建議，以研擬適合機構屬性與情境的參考指引，逐步朝完善的 e 化學習環境推進。電子白板準備度指標之建置，參考數位學習準備度指標，擬定組織文化(Culture)、使用者(Users)、教材(Teaching Materials)及環境(Environment)四個向度，再依據電子白板相關特性規畫各向度之詳細檢核指標。本研究以德懷術進行專家意見彙整與分析，邀請不同領域的電子白板專家擔任委員審查準備度指標之適切性，並根據專家意見修正後完成電子白板準備度指標檢核表，最後提出電子白板未來發展與研究方向之建議。

【關鍵詞】 電子白板、準備度、指標

Abstract: This study was to build interactive whiteboard (IWB) readiness indicators for the institutions that purposed to import or have imported the interactive whiteboard. The building process of interactive whiteboard readiness indicators referred to the e-Learning readiness indicators, and the content was developed into four dimensions, namely Culture, Users, Teaching Materials and Environment. In this study, Delphi technique was adopted to collect and analysis experts' opinions. Experts in different fields were invited as committee members to review the application to the interactive whiteboard readiness indicators. After three stages of revising, the checklist of the interactive whiteboard readiness indicators was completed, and some suggestions were proposed for the future development of the interactive whiteboard.

Keywords: Interactive whiteboard, Readiness, Indicator

1. 研究動機與目的

電子白板為一大型的觸控面板，與電腦及投影機相連後可直接用手指或觸控筆操作白板所投影的內容，而不需要透過滑鼠或鍵盤控制電腦（Becta, 2003）。在教學中使用電子白板及所連接的周邊設備，整合並呈現課程內容，學生可以同時與教師、同儕、白板教材進行互動（Miller, Glover, & Averis, 2008）。

機構在導入電子白板後能否發揮其功效，首先要爭取主管及相關部門的支持，以獲得經費及確保後續的管理與維護；此外，使用電子白板的教學者能力及信念也是推動電子白板使用的重要因素，教學者若願意且有能力使用電子白板進行教學，並選用或製作適當的電子白板互動教材，對教學品質也會有所提升。基於上述原因，本研究擬訂定一套電子白板準備度指

標檢核表，供機構在導入電子白板時評估使用，在本研究中定義之機構包含管理與行政單位、使用人員及技術支援人員等。電子白板準備度指標可提供擬導入或已導入電子白板之機構，針對組織文化、使用者、教材及環境等電子白板準備度內涵作出建議，據以研擬適合機構屬性與情境的改進指引與參考，協助機構診斷自我需求，逐步朝完善的 e 化學習環境推進。

2. 文獻探討

電子白板應用在教學時除了兼具傳統黑板書寫與擦拭的功能，同時搭配應用軟體設計教材更能發揮其特性，如課程的互動參與、彈性與變通性、多媒體與多元模式的教學呈現、提升學習動機與教學效率等（Smith, Higgins, Wall, & Miller, 2005；陳惠邦，2006）。以下將針對電子白板重要的教學特性分別介紹。

（一）互動參與

電子白板最大的特色即為使用者可以親自到白板前操作內容，也可以使用虛擬工具模擬實驗過程或自然界物質現象的變化、觀看動態展示以加深記憶，滿足學生的視覺需求。教師或學生在都可以在白板上書寫並儲存內容以分享個人看法，促進課堂互動參與（Becta, 2006）。

（二）彈性與變通性

利用電子白板進行教學時，教材的傳遞能夠根據教學內容進行操作、複製等功能，也能夠根據學生的程度調整教學進度（Levy, 2002）。而課堂中所書寫畫記的記錄儲存後，可提供學生課後練習或是下次上課提示進度。教師授課時，可以立即搜尋所需要的資源，減少重覆書寫的成本耗費，臨機應變課堂中的變化（Gillen, Littleton, Twiner, Staarman, & Mercer, 2008）。

（三）多媒體與多元模式的教學呈現

電子白板整合多媒體教學素材及多樣軟體輔助，提供學生多元與豐富的資訊，並提升學生的注意力以及對抽象概念的理解、學後記憶的保存（陳惠邦，2006）。配合多媒體的呈現，在教學時可以採取不同的策略，加深學生的獨立思考與凝聚力。另外，不同的學習特質如視覺、動覺、觸覺偏好之學習者，也能透過多媒體課程內容與活動滿足需求（Tozcu, 2008）。

3. 研究方法

為發展本研究之電子白板準備度指標，經由實地訪談及文獻回顧後初步形成指標問卷，並採用德懷術（Delphi technique），透過專家意見檢核準備度指標之適切性，以對本研究發展之檢核表進行修訂。

3.1. 準備度檢核表擬定

在指標規劃階段，透過文獻彙整與分析，瞭解歐、美等先進國家對電子白板使用成效與業界推展電子白板現況；並透過訪談相關單位，參照國內近年來參與電子白板服務的專家、學者、學習者、使用者及機構之經驗與建議，初步擬定檢核表指標與相對應之導入建議。

本研究參酌數位學習準備度的開發模式（趙美聲、陳鏗任、王玉蘭，2007），規劃電子白板準備度的評鑑可落實到下列 4 個不同的向度考量：

1. 組織文化（Culture）

機構行政團隊的認知及支持是導入電子白板進行教學的基礎，若機構能鼓勵教學者使用並形成文化，更能發揮電子白板的效益。本向度主要在瞭解機構的行政單位對導入電子白板的認知與支持度，及對使用電子白板進行教學的教學者是否有相關的獎勵措施。

2. 使用者（Users）

教學者的電腦使用能力會影響電子白板的使用效果；若教學者具有電子白板的使用意願，並教導學生適當的使用觀念，更可落實電子白板教學的推廣。本向度旨在瞭解教學者的使用意願及資訊科技應用能力。

3. 教材 (Teaching Materials)

具高互動性的教材是電子白板教學的基礎，透過共享機制的建立，可發揮電子白板教學的效益。本向度主要提供擬導入電子白板之機構瞭解現有教材的數位化情況，以及提供已導入之機構對於電子白板教材設計及使用的建議。

4. 環境 (Environment)

適當的環境是進行電子白板教學的基礎，裝設電子白板的環境條件包含機構基礎建設、機構支援環境與標準作業流程的建立。本向度旨在瞭解機構之教學空間裝設電子白板的硬體環境條件，與後續管理維護的支援，以利未來安裝發展的參考使用。

3.2. 學校/廠商訪談

在擬定初步的檢核指標向度後，本研究選取 3 所已導入電子白板之學校與 5 間電子白板開發及應用廠商進行訪談，訪談時以上述四個向度為大綱，分別蒐集各機構的意見。

3.3. 德懷術專家小組意見彙整與處理

本研究之德懷術諮詢過程共計三次，由專家就專業知識與對電子白板的瞭解，評定各項指標與等級之適切性，並提供對於指標與等級之意見與看法。本研究一共邀請異質性專家共 9 位，第一次德懷術採會議審方式，透過研究主題說明讓與會專家了解研究主軸，問卷針對指標的適切性、重要性及可行性以半開放半封閉式的內容型態蒐集專家意見，說明如下：

- 適切性：瞭解專家們對於電子白板準備度各指標在不同向度的適切程度
- 重要性：瞭解專家們對於電子白板準備度各指標的重要程度
- 可行性：瞭解專家們認為實施電子白板準備度各指標建議之可行程度

第二、三次問卷的填答方式，除說明問卷結構與填答方式外，還需呈現前一次問卷各題項的簡單統計分析及專家意見彙整結果，以作為填答者重新判斷各項指標的參考。

審查意見採敘述統計方式處理，研究者依據指標重要性及指標建議可行性進行篩選。在收集專家意見後，針對「重要程度未達標準但意見一致」及「重要程度高但意見不一致」之指標及建議進行修正，修正方式為修改指標內容，再請專家給予建議及指正；並將重要程度或可行性未達標準且意見不一致之指標及建議予以刪除。

4. 研究結果

本研究旨在建構電子白板準備度指標檢核表，透過文獻探討及機構訪談建立初步檢核表內容，再透過德懷術方式收集專家意見，以下將根據德懷術所得結果進行說明。

4.1. 第一次德懷術結果

根據第一次德懷術問卷之統計分析及專家意見彙整結果，本研究進行第一次檢核表的修訂，本階段共刪除 2 個指標，並根據德懷術小組委員所提出的意見及建議修正 38 個指標，以及新增 1 個子向度及 5 個指標。

4.2. 第二次德懷術結果

本研究於第一次德懷術審查結果，將檢核表修改為 4 個向度，其中再分成 12 個子向度共 43 個指標。根據第二次統計分析及專家意見彙整結果，本研究進行第二次檢核表的修訂，包括刪除 1 個指標及修正 8 個指標。

4.3. 第三次德懷術結果

根據前二次問卷調查可知，德懷術小組對電子白板準備度檢核表已凝聚了相當的共識。因此依據第二次問卷的結果分析及專家建議，再次徵詢並凝聚德懷術小組的意見及觀點，針對第三次統計分析及專家意見彙整結果，進行第三次檢核表的修訂，本階段共修正 3 個指標。

4.4. 電子白板準備度指標內容

第三次問卷為本研究最後一次德懷術問卷調查，其調查結果將彙整、修訂，並據以建構出「電子白板準備度檢核表」，其指標共有 4 個向度，其下再細分為 12 個子向度共 41 個指標。

5. 結論與未來研究方向

機構在導入電子白板後能否發揮其功效，有賴於主管與相關部門的支持，以及使用者的信念與能力。本研究為協助已導入或擬導入電子白板機構評估現況與協助其發展，透過文獻彙整與分析，以及國內從事電子白板服務之專家學者的建議，制定電子白板準備度指標檢核表，作為推動電子白板發展的檢核依據。

本研究所制定之電子白板準備度指標包含四個向度，分別是組織文化、使用者、教材以及環境，並細分層面及重要指標，針對各向度準備度之內涵作出建議，據以研擬適合機構屬性與情境的改進指引與參考，協助機構診斷自我需求，逐步朝完善的 e 化學習環境推進。本檢核表各指標編寫完成後，透過德懷術研究法的實施，獲得各界專家與使用者之經驗建議，完成準備度檢核表內容。

為使本研究發展的電子白板準備度檢核表能發揮其效用，研究者根據研究過程中的專家意見，提出以下幾點建議與未來研究方向：

1. 建立適當機制，驗證填答結果與機構現實狀況是否相符。
2. 上網填寫及即時給回饋之建議

此外，國內目前對電子白板教材的相關研究仍屬起步階段，機構可透過與教學研究單位共同開發教材及教學軟體，進行電子白板融入教學的實徵研究，以提升教學效果。

誌謝

本研究承蒙數位典藏與數位學習國家型科技計畫品質認證中心專題研究計畫(計畫編號 99-2631-S-008-002)補助經費，特此致謝。

參考文獻

- 陳惠邦 (2006)。互動白板導入教室教學的現況與思考。《全球華人資訊教育創新論壇論文集》，宜蘭縣。
- 趙美聲、陳鏗任、王玉蘭 (2007)。數位學習準備度指標之發展。《T&D 飛訊》，64，1-20。
- Becta(2003). *What the research says about interactive whiteboards*. UK: British Educational Communications and Technology Agency (Becta), ICT Research.
- Becta(2006). *Teaching interactively with electronic whiteboards in the primary phase*. UK: British Educational Communications and Technology Agency (Becta), ICT Advice.
- Gillen, J., Littleton, K., Twiner, A., Staarman, J. K., & Mercer, N. (2008). Using the interactive whiteboard to resource continuity and support multimodal teaching in a primary science classroom. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, 348-358.
- Levy, P. (2002). Interactive whiteboards in learning and teaching in two Sheffield schools: a developmental study. Retrieved October 4, 2009, from <http://dis.shef.ac.uk/eirg/projects/wboards.htm>
- Miller, D., Glover, D., & Averis, D. (2008). *Enabling Enhanced Mathematics Teaching with Interactive Whiteboards Final Report for the National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics*. Staffordshire, UK: Keele University, Keele Interactive Whiteboard Research Group.
- Smith, H. J., Higgins, S., Wall, K., & Miller, J. (2005). Interactive whiteboards: boon or bandwagon? A critical review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21, 91-101.
- Tozcu, A. (2008). The use of interactive whiteboards in teaching non-roman scripts. *Computer Assisted Language Learning*, 21(2), 143-166.

以適性化網路評量為基礎的輔助學習系統之設計與建置

The Design and Implement of an Assisted Learning System is Based by the Adaptive Web-Based Assessment

曾修宜、黃巽婷*

台灣台北：東吳大學資訊管理學系

*97356022@scu.edu.tw

【摘要】 本研究提出以試題反應理論(Item Response Theory, IRT)根據電腦化適性測驗(Computerized Adaptive Testing, CAT)為基礎的輔助學習系統 (Assisted Learning System, ALS) 建置，協助學習者在最有效的時間內了解個人的學習能力與弱點，藉由適性化網路評量得知個人能力估計值(Initial Ability Estimate)，在施測後給予學習者個人化的教材及學習紀錄上的回饋。我們除了輔助學習者學習回饋(Learning Feedback)外，更協助授課者根據學習者程度調整試題困難度(Difficulty Level)建議和給予合適的網頁資源、投影片等補充教材資源，並且作為學習者評分的依據。本研究最大的目的仍是希望讓學習者能在最有效的時間內完成測驗、了解個人能力程度以及給予個人合適的教材回饋等三大方面進行學習歷程。

【關鍵字】 試題反應理論、電腦化適性測驗、能力估計值、學習回饋、試題困難度

Abstract: This study designs and implements an Assisted Learning System (ALS). Our object is to understand the ability and weakness in the individual's learning by the adaptive web-based assessment. The system provides resources for learning theory about Item Response Theory (IRT) and Computerized Adaptive Testing (CAT), and it can adjust to the initial ability estimate for students to create tailor-made test. Moreover, the system provides a personalize materials for learners and learning records on the learning feedback. Also, the system can help teachers to adjust the difficulty level of exams, and to give the appropriate advice and teaching resources such as web resources or power point slides. The main purpose is to let the learners in the most effective time to complete tests and to understand the level of individual ability and to give individuals the right feedback and the three aspects of teaching learning process as well.

Keywords: IRT、CAT、Initial Ability Estimate, Learning Feedback, Difficulty Level

1. 緒論

隨著網際網路(Internet Technology)結合數位學習(Electronic learning)的興起,人類不但能從書本、報章雜誌或者傳播媒體中得到新的知識,透過無線網路吸取更豐富資源與加上行動裝置普遍,更引發了無所不在學習(U-learning)的覺醒,打破舊有時間及空間上之限制,輔助人們在最短的時間內找尋更多有用的知識。為了讓學習者在有限的時間裡掌握到有用的資訊,有學者提出透過營造學習的情境方式,讓學習者快速了解個人的學習情形(G.D. Chen等學者, 2008)。在傳統數位學習中,多數採用評量方式評估學習者的學習成果,大部分的數位學習評量系統不提供學習者針對的個人能力,來給予量身訂製合適的資源回饋。

有鑒於此,本研究目標幫助學習者於最有效的時間內,利用施測結果了解個人的學習能力,並藉由測驗結果的個人學習程度,給予最合適的個人化教材及學習紀錄上的回饋,輔助學習者在學習上所需的學習內容,達到每位學習者最大的學習效果。因此,本研究根據試題反應理論(Item Response Theory, IRT)以數學模式,評估受試者的能力及潛在特質(Lord, 1980年),建構一套以電腦化適性測驗(Computerized Adaptive Testing, CAT)概念的輔助學習系統(Assisted Learning System)之平台,在龐大題庫中,電腦化適性測驗會判斷符合受試者能力水準的試題做施測,避免受試者花費多餘的時間與精神在不合適的試題上作答(Evangelos Triantafillou等學者, 2008),解決常見的學習系統無法提供學習者能力適合性以及內容適合性等問題(黃河銓等學者, 2007)。

本研究採用適性化網路評量的選題策略方式來估計最吻合受試者能力水準的試題,目的是輔助學習者能透過測驗後評估的學習現況,找出學習者最適切的投影片相關章節回饋、課程網頁相關網址回饋與解說回饋等即時回饋外,提供授課者根據學習者即時現況,作試調整建議的試題修正回饋之依據。為了更能提升學習者的學習效率,本研究更延伸至讓學習者方便透過手機、個人數位助理器或個人電腦等可攜性高的行動學習輔助工具(Luvai F. Motiwalla, 2007)進行課程的相關學習。

2. 系統分析與設計

本研究藉由 Evangelos Triantafillou(2008)的電腦化適性測驗自動選題之技術完成一個以適性化網路測驗為基礎的輔助學習系統(Assisted Learning System),使用結合試題反應理論概念,

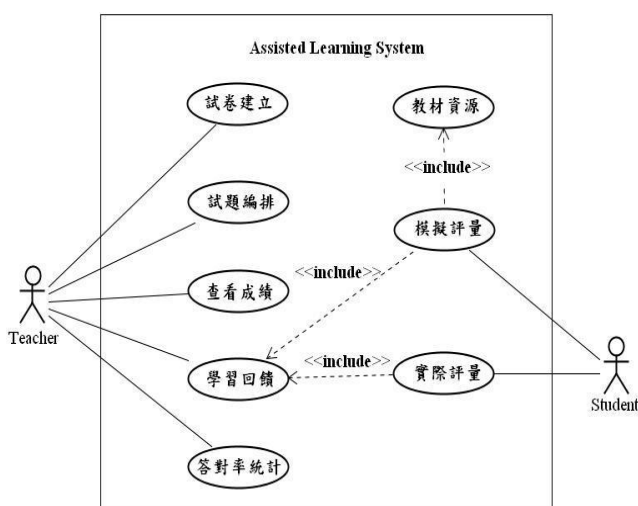


圖 1 輔助學習系統之教師端與學生端介面

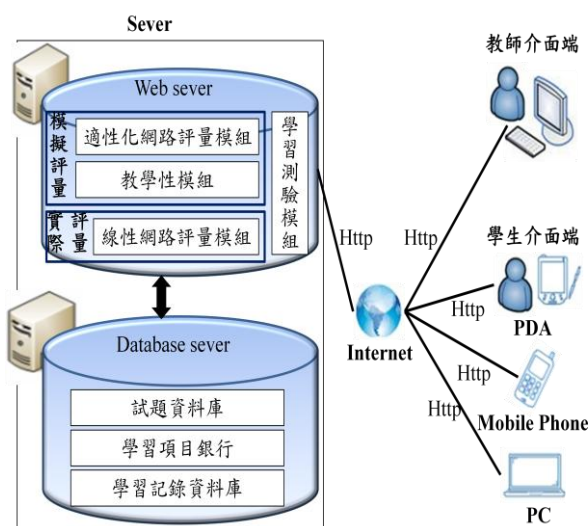


圖 2 輔助學習系統的架構

改良為網路評量方式來針對個人程度給予適當的個人化教材與學習紀錄上的回饋，幫助學生快速了解自我的學習能力程度，並且達到明顯提升且準確的個人學習成果。在圖 1 中，教師端介面由教師出示試卷，設定試卷中的試題名稱、代號及試卷總共題數等相關編排。教師能即時觀察學生登入系統的時間、作答花費時間、答題結果與正確解答等試題相關的資訊，提供教師即時查詢的學習回饋。學生則由學生端介面進入評量的選擇，當學生選擇模擬評量模式時，系統會以適性化網路評量作為測試，讓學生由難易度為適中的試題做為第一題題目開始；當學生選擇實際評量模式時，系統則以線性網路評量作為測試，將線性網路評量全部的試題及選項一併列出做測試，讓學生利用學生端介面瀏覽整份試卷與來回作答。另外，系統提供學生查詢個人的作答紀錄，並且依照學生個人的學習紀錄提供教材回饋。

本研究提出輔助學習系統的架構，網路伺服器主要由適性化測驗模組、教學性模組、線性測驗模組與學習測驗模組四項模組所架構而成，如圖 2 所示。其中，適性化網路評量模組與教學性模組皆屬於模擬評量，專為學生做平時學習測驗打造，目的希望輔助學生快速找尋到熟知個人學習狀況後，自動找出助於個人學習的合適教材。本研究根據適性化網路測驗基礎，進行以網路為平台的適性化網路評量之設計與建置其主要由四個步驟組成：題庫建立為首要動作，預設題庫中的試題難易度 b 與試題鑑別度值 θ ，難易度參數範圍為 -2、-1、0、1、2 五種等級，亦數值越大代表難易度等級越困難，而鑑別度參數設定為 -3 至 3 之間為宜，亦數值越大代表鑑別度能力越高。其次為題目選擇，當學生一旦進入模擬評量進行適性化測驗，系統便選擇難易度為中等的試題開始測驗。

$$P_i(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-1(\theta - b_i)}} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

接者決定能力估計，在公式(1)中，當學生完成第一題試題後，系統將計算每位學生在某一個試題作答的能力估計值 $P_i(\theta)$ ，再決定下個困難度項目 $\theta_{(n+1)}$ 進入下一個試題。每當每位學生完成一個試題，系統會驗證是否已達到該學生的能力估計值已最符合狀態，直到最後設立停止條件。本系統限制測驗過程停止條件為必須完成二十題題目作答或試卷已經沒有合適學生能力值，或者試題在不同能力點的測量誤差(Standard Error, SE)持續收斂並小於某設定值時，找到符合該學生的能力值，並立即做繳交試卷動作與試題詳細作答情形顯示出。

3. 系統實作與實驗結果

『資訊概論』此課程是為東吳大學的一年級共同必修課所打造，在一學期內必須以熟悉計算機概論的基礎為目標。在過去，此課程除了教師在課堂上教學和教材資源供給學生做練習，但由於提供回饋的資源龐大且繁雜，使學生不知如何選擇合適的教材作為學習。因此，本研究提出輔助學習系統，是希望由測驗模式輔助學生快速了解自我學習上的缺失，針對學習的弱點處加以用相關教材或網頁推薦等學習回饋之補強。在系統實作上，使用 SQL Server 作為後端資料庫，網頁伺服器為 Microsoft Internet Information Services(IIS)，實驗環境是以 Windows Server 2003 作業系統搭配 Visual Basic 2005 程式設計所打造，而本研究以東吳大學某班 58 位學生做為實驗對象。

本研究實驗中提出三種層面輔助學習系統評價方式，探討適性化網路評量與線性網路評量之間的差異性，以及比較在兩種評量方式下帶給學習者的教學回饋之幫助程度。首先，第一層統計評價，讓教師建立相同模擬評量的試題與實際評量之試題後，對 58 位學生進行模擬評量測驗。當模擬評量完成後並不會顯示作答結果給學生參考，其是避免試題的相同導致實驗測量的時間、測驗題數與能力值測量會失效。緊接著讓學生實施實際評量和提供學生查詢試

題資料、標準答案與答題的對錯標記等作答結果。第一層統計評價主要目的在了解，使用實際評量與模擬評量兩種評量方式是否對學生使用後的評估能力、花費作測驗的時間以及施測的題數有不顯著之差異性。本研究採用配對樣本的『 $\mu_1 - \mu_2$ 假設檢定』來驗證所提之假設，藉由能力值來檢定統計量 Z 。實際評量得到的學生能力值與經由模擬評量得到的學生能力值檢定統計量為-0.6，兩種評量測出的能力值達到 0.025 之顯著水準且接受 H_0 ，即沒有充分理由認為學生使用實際評量與模擬評量產生能力值顯著差異性。另外，學生使用實際評量花費作答的時間與測驗題數分別與模擬評量花費作答的時間與測驗題數之間的差異檢定統計量，分別為 13.1 與 42.6，且兩組達到 0.05 之顯著水準，並且接受學生使用實際評量與模擬評量之施測時間與施測的題數有顯著之差異性。

第二層為熟練評價，是由 58 位學生以學號分作單號(實驗組)與雙號(對照組)兩組，只開放四星期使用輔助學習系統之虛擬評量給單號學生作為課後輔助學習平台，雙號學生仍維持舊有的學習方式做平時學習。第二層目的是希望學生使用模擬評量作為學習的學生和未使用虛擬評量作為學習的學生在學習結果有明顯的差異性。最後第三層則是為接受評價，開放單號(實驗組)或雙號(對照組)的學生使用輔助學習系統三個星期，並且採用發放問卷方式，了解學生使用輔助學習系統後的接受評價。現階段完成的第一層統計評價，是以便於未來第二層熟練評價與第三層接受評價在模擬及實際評量兩種平台下，輔助學習系統進行對於學習者之學習行為上有實質的幫助。

4. 結論

輔助學習系統的建置可協助授課者與學習者在最有效的時間內，了解學習者的個人的學習能力，並藉由個人的學習程度在施測後給予學習者個人化的教材及學習紀錄上的回饋。由於學習者的學習紀錄除了提供學習者了解學習行為外，亦可輔助授課者了解學習者程度，來做教材調整建議和學習狀況之查詢，以及學習者評分的依據。本研究最大的目的仍是希望讓學習者能在最有效的時間內完成測驗、了解學習者個人能力程度以及給予個人合適的教材回饋等三大方面進行學習歷程。以實驗後的分析證明，在適性化網路評量相較於傳統線性網路評量下，兩種評量對學習者能力施測的結果不會有顯著的差異，學習者卻反而能在施測過程中減少花費的時間以及作答題數。

參考文獻

- 黃河銓和謝福明(2007)。《以情境感知建構適性化學習風格之行動學習系統》。高雄：國立高雄應用科技大學資訊管理研究所。
- Chen, G. D., Chang, C. K., & Wang, C. Y. (2008). Ubiquitous learning website: Scaffold learners by mobile devices with information-aware techniques. *Computers & Education*, 50(1), 77-90.
- Lord, F.M. (1980). Applications of item response theory to practical testing problems. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Motiwalla, L. F. (2007). Mobile learning: A framework and evaluation. *Computers & Education*, 49(3), 581-596.
- Triantafillou, E., Georgiadou, E., & Economides, A. A. (2008). The design and evaluation of a computerized adaptive test on mobile devices. *Computers & Education*, 50(4), 1319-1330.

簡易線上教室學習效果監測專家系統開發之研究

Development of an Applicable Online Expert System for Supervising Classroom Performance

陳正萍、王健華

國立臺灣師範大學圖文傳播學系

邮件信箱：chenjp0820@yahoo.com.tw，pw5896@ms39.hinet.net

【摘要】 本系統依據學生-問題曲線的理論、以及適合小規模測驗適用的連續機率比例模式，發展一套簡單且確實可行的「網路化課堂教學整合性監測專家系統」。本系統的特色是低系統需求與操作容易，期能使教師及學生能以快速及簡便的方式改善教學方式及學習成效，尤以課堂中的嵌入式評量最為適用。系統開發以 ADDIE 模式依分析、設計、發展和實施步驟來完成本系統，並在系統完成初期針對教師及學生進行預試與修正。施測結果顯示本系統符合預期的設定目標，教師及學生都對本系統給予正面回應。

【关键词】 適性測驗、連續機率比例模式、學生-問題分析表、嵌入式評量

Abstract: This project developed an applicable online expert system for supervising classroom performance. The system consists of four major modules: a SPRT adaptive testing module, a Student-Problem Curve Analyses module, a test item pool database, and a test management module. The product of this project is designed to serve teachers in elementary and high schools, and especially useful for embedded evaluations. The major advantages of the product include: 1) easy to use; 2) theory-free; 3) low system requirement; and 4) affordable price. After formative evaluations, the product is capable of performing intended functions.

Keywords: adaptive testing, Sequential Probability Ratio Test, Student-Problem Curve Analysis, embedded evaluations

1.前言

多年前，就曾有學者提出教學的基本過程可分為教學目標、學前評量、教學活動、評量四個過程。同時強調此四個過程不僅互相關聯，互有影響外，而且其中評量更應具有回饋作用的積極功能。近年來，有關「評量」的討論從當年的偏重於測驗學生的學習成就，逐漸發展到現在強調「多元化評量」，不僅只是注重學習完成後的成就，也更注重學習過程與適性化的評量。在測驗工具方面，也從傳統的量化紙筆測驗，發展到現在利用電腦與網路。綜合而言，教學評量在理論與實務方面的這些發展，最重要的結論應是：「評量」已不再單純是學生學習完成後單一的成就評量，而是整個學習過程的觀察、監測與記錄，其目的是在隨時提供教師即時的學習狀態資訊（學生的學習進展、學生的學習態度、認真程度、以及單元目標的精熟與否等），作為後續教學的參考與修正依據。基於上述的論點，以課堂學習而言，這樣的多元化評量實可以稱之為「課堂學習的整合監測機制 (integrated classroom supervising function)」。

以台灣目前中小學的學習環境而言，除偏遠地區之外，班級人數幾乎都達到 30 人以上，以傳統的方法與工具而言，不可能兼顧每一位學生，因此利用電腦即時運算與資料處理的功能來

協助教師完成多元化的課堂學習即時監測，應該是必要且唯一的途徑，因此建制一套簡易但能進行適性評量、提供充分分析資訊，而理論上又能具有一定信、效度的數位化課堂監測系統提供給具備基本電腦能力的教師使用，協助他們進行課堂即時監測是有需要的。

2. 計畫目的

由於「課堂學習整合性監測機制」對教師而言有積極性的需求，在系統建構上亦有實證理論的支持，但目前市場上相關的軟體有限，因此本計畫發展一套簡單、價格合理且確實可行的「網路化課堂教學整合性監測專家系統」，內建包括「SPRT」適性評量系統、「S-P Curve 學生與問題分析系統」二大模組。可以發揮多元化的學習監測功能，充實「資訊科技應用於領域學習」的可用資源，並期能進一步推廣至企業 e-training 使用。

3. 相關文獻

3.1. SPRT 適性測驗系統

Frick et al. (1987) 建議了一個簡易的適性測驗方案，就是以 Wald (1947) 所發展出來的 SPRT (Sequential Probability Ratio Test) 模式作為電腦適性測驗的決策法則 (decision rules)。SPRT 早期是用於二次大戰時軍備製造的品質控制上，直至 1960 年代，Ferguson(1969)才將其應用於教育測驗的領域，以用來判定學生的精熟程度 (mastery or non-mastery)。SPRT 模式採用貝氏推理法則，以事後變異最小者作為項目選擇的依據，而非目前能力估計之最大訊息。SPRT 模式具有下列兩項特點：

- 不考慮項目特徵，例如：項目難度、鑑別力，與猜測因素等。
- 不依據受測者的成就水準選擇項目 (Frick, et. al., 1989 ; Plew, 1989)。

SPRT 模式係基於以下兩個假設：

$$H_{nm} : P \leq P_{nm} ; \quad \& \quad H_m : P \geq P_m$$

其中 P = 受試者答對項目的機率

P_m = 精熟的標準

P_{nm} = 未達精熟的標準

當 H_m 假設成立時，即表示達到精熟 (mastery) 的標準，反之， H_{nm} 假設成立時，表示未達到精熟 (nonmastery) 的標準。以上任何一種假設成立時，測驗隨即終止。

SPRT 模式運作的程序可用下列公式來表示：

$$\text{當 } PR = \frac{P_{om}P_m^s(1-P_m)^f}{P_{on}P_{nm}^s(1-P_{nm})^f} \geq \frac{(1-\beta)}{\alpha} \quad ; \text{即接受 } H_m \text{ (mastery)}$$

$$\text{當 } PR = \frac{P_{om}P_m^s(1-P_m)^f}{P_{on}P_{nm}^s(1-P_{nm})^f} \geq \frac{\beta}{(1-\alpha)} \quad ; \text{即接受 } H_{nm} \text{ (nonmastery)}$$

雖然以上的程序並未牽涉到複雜的計算，但是根據 Frick et al. (1989) 的研究顯示：當受測者能力分布並未集中在精熟程度的臨界點 (mastery cut-off) 上時，SPRT 模式確實能夠提供良好的測量準確度。

3.2. S-P Curve 學生-問題分析

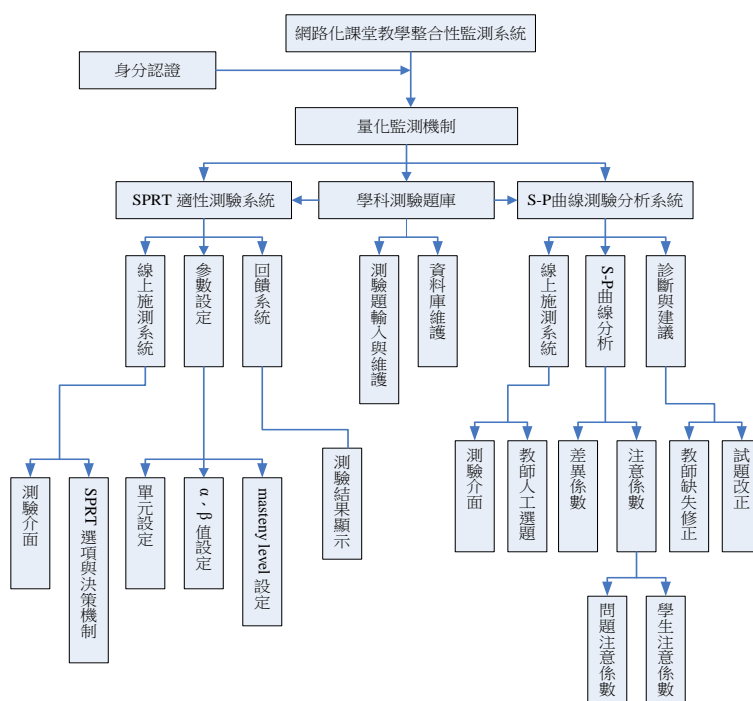
S-P 表分析法，為日本學者佐藤隆博(Takahiro Sato)於 1970 年代所創，利用「圖形化」的方法分析學生在試題上的作答反應。該方法分析每位學生及每個試題的作答反應組型，嘗試以幾個指標化數據作為診斷或判讀該反應組型是否為不尋常或異常的一種測驗分析方法 (余民

寧，2002）。以往，利用考試分數來評定學生學習等地與學習能力的古典測驗理論，在實際教學時會發現考試總分相同的學生，在認知方面的達成程度並不相同。因此，佐藤隆博於 1970 年發表以試題反應類型為主的 S-P 表分析理論經由學生的試題反應類型，分析其錯誤型態，藉著差異係數（D）來看整體的學生反應與整份試卷的異質性，根據學生注意係數（Cs）與試題注意係數（Cp）來觀察學生或試題需特別關注的部份。注意係數的判斷與應用時，應留意下列兩項重點：（1）判斷注意係數時應予 S 或 P 曲線相對照。換言之，要判斷是提的注意係數時，則應對照學生得分的 S 曲線。（2）判斷學生的注意係數（Cs）應與答對率相對照而判斷學生的學習型態。同樣，判斷試題的注意係數（Cp）應與答對人數相對照而判斷試題的優劣。

4. 研究方法

4.1. 研發流程/系統架構

本計畫之產品以典型之 ADDIE 模式發展，其功能架構圖如下：



圖像一 功能架構圖

4.2. 進行施測

本系統為能更精確符合教師及學生的使用需求，故在系統初步完成階段對部份國小教師進行採訪、學生進行問卷調查，以獲得最有效的修改建議，提高本系統的實用性及操作便利性。施測對象包括台北市某國小六年級兩班學生、台北縣某國小六年級兩班學生以及宜蘭縣某國小六年級一班學生。施測對象總人數為 155 人，男生為 81 人，女生為 74 人。針對 SPRT 的部份，本系統根據文獻分成考試焦慮、考試偏好、考試適應、考試信任度和使用四個面向，分析學生對本系統做為評量工具態度，本系統之使用態度量表，其信度部份檢驗採用 Cronbach Alpha 來檢驗其內部一致性；而效度部分則採專家效度檢驗。

本研究之使用態度量表，於受試者進行完電腦適性測驗之後，隨即發下讓受試者填寫，總共發下問卷 155 份，回收率百分之百，之後經過整理，把無效問卷剔除，共得 131 份有效問卷，

再使用 SPSS 12 進行信度分析加以分析，總量表及各分量表皆經過「Cronbach Alpha 係數」求其內部一致性，整體信度達 0.924，表示此量表是可信任的測量工具，而各分量表皆達到 0.65 以上，也是在可接受範圍內，從下表顯示施測的結果可得知學生給予此系統正面的回應，同樣地，透過採訪方式也得知教師對本系統大致滿意。

5. 結論

本系統經由嚴謹的需求調查，從中得知教師對系統的需求，經過設計、討論再進行施測與修正，以期符合教師與學生實際需求及操作上的便利。系統根據相關文獻設定參數值在受試者做完試題後，即可馬上獲得結果，教師可以即時得知學生吸收程度，學生也可以即時知道自己的學習情況。SPRT 系統依據參數設定，受試者做完題目即可看到個人回饋部份，是否精熟測驗範圍。S-P 表的部份則可以受試者落在那一個學習區域，做為教師及學生日後學習輔導的參考依據。

學生和教師實際了解本系統之雙重監測機制之後，大都持正面態度，比起傳統的紙筆測驗，用電腦適性測驗之方式，對於學生來說，會感到新奇、有趣，也更比較不會排斥考試。而對於教師來說，電腦適性測驗的方式，不僅可以節省批閱考卷的時間，更能因為 S-P 表的分析，進一步了解學生的學習狀況與個別差異，這在教學過程當中，也是很大的助益。但由於電腦適性測驗對於學生、教師和家長而言，都是一種陌生的測驗方式，如果要讓電腦適性測驗全面推進校園，如何讓學生及家長都能接受此種測驗方式所得到的成績結果，以及該如何讓教師都能適應此種測驗模式，仍需審慎的評估規劃，才能進一步執行。

整體而言，本數位即時學習成就監測系統經初步評估已達成下列目標：

1. 透過本系統使評量過程變的更準確、快速。
2. 藉由 SPRT 和 S-P 表評量結果，教師能更了解學生學習狀況並有效做補救教學。
3. 建制一套題庫即可適用於兩個評量模組
4. 學生因評量方式使他們能了解自己的學習困難，進而改進學習成效。
5. 不需透過太複雜及昂貴的軟體，本系統就能提昇完善的評量方法。

6. 謝誌

本文所示之研究成果系由台灣國家科學委員會補助之研究計畫：簡易線上教室學習效果監測專家系統研發計畫（NSC 97-2631-S-003 -004 -CC3）所產出，特此致謝。

参考文献

余民寧 (2002)。教育測驗與評量-成就測驗與教學評量。臺北：心理出版社。

Frick, T., Luk, H. K., & Tyan, N.C. (1987). A comparison of three adaptive decision-making methodologies used in computer-based instruction and testing. Bloomington, IN: Final Report, Proffitt Foundation. Indiana University

Frick, T., Plew, G. & Luk, H. (1989). EXSPRT: An expert systems approach to computer-based adaptive testing. Paper presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association. San Francisco.

Ferguson, R. (1969). Computer-assisted criterion-referenced measurement (Report WP-41). Pittsburgh: Pittsburgh University, Learning Research and Development Center.

Plew, G. (1989). An empirical investigation of major adaptive testing methodologies and an expert

systems approach. Unpublished doctoral dissertation , Indiana University, Bloomington.

Wald, A. (1947). Sequential analysis. New York: Wiley.

网络教学平台的公式编辑器设计¹

Equation Editor Design for Network Teaching Platform

刘媛、蔡苏、余胜泉

北京师范大学教育技术学院

邮件信箱: vivinliuyuan@yahoo.com.cn, caisu@bnu.edu.cn, toyusq@gmail.com

【摘要】 基于网络的学科教学中需要对数学公式进行可视化地输入、显示和处理。针对当前在线公式编辑方案的不足, 本文提出了一种基于网络教学平台的公式编辑器: LMathEdit, 旨在支持 Web 上数学公式的显示、处理和存储, 提高其共享度和重用度。该方案适用于网络教学平台或 BBS 等网上交流平台, 可满足一般用户对数学公式使用及处理的需求。

【关键词】 e-Learning、公式编辑器、4A 网络教学平台

Abstract: Web-based instruction for subjects requires the function that visually input, display and process mathematical formula. For the current deficiencies in the program of online Equation Editor, this paper presents an Equation Editor based on network teaching platform: LMathEdit, which purposes to support the display, processing and storage of mathematical formulas in the Web, and improve their sharing and reuse. The program applies to network teaching platform, BBS or other online communication platform what could meet the requirements of general users to use and process mathematical formulas.

Keywords: e-Learning, Equation Editor, 4A network teaching platform

1. 前言

数学学科教学过程中除了使用文字、图片等一般的表达标识, 数学符号和公式也是不可或缺的。在基于 Web 的网络教学中, 试题库的建立与使用, 师生间的讨论答疑, 信息发布等教学环节, 都需要在线数学公式的显示、输入和编辑功能。但是, 目前支持在线公式输入、编辑的技术非常有限, 给数学学科网络教学的发展带来了困扰。因此, 本文在对现有公式编辑器的调研的基础上, 希望提供一种更加适用于网络教学的 Web 公式编辑器。

2. 公式编辑器研究现状

LaTeX 是一种基于 TeX 的排版系统, 即使使用者没有排版和程序设计的知识也可以充分发挥由 TeX 所提供的强大功能。对于生成复杂表格和数学公式, 这一点表现得尤为突出。因此它非常适用于生成高印刷质量的科技和数学类文档。² 目前世界上许多权威学术机构都将 LaTeX 排版格式作为标准的投稿文档格式。例如: 国际电子电气工程师协会、美国工业和应用数学学会的各种期刊以及相关国际会议的论文都是将 LaTeX 稿件列为首选; 美国数学学会将它所有出版物的稿件都要求用 LaTeX 排版, 并提供各种刊物的样式模板文件。³ 在文本编辑软件的公式编辑方面, LaTeX 性能优异、稳定, 且已作为规范被广泛应用。

在 Web 中显示数学公式一开始大多采用图片的形式。用户一般借助 Microsoft Equation、MathType、CTeX (支持 LaTeX 的排版软件) 等公式编辑器生成目标表达式。这些公式编辑器

通过技术上地不断发展，在操作和显示方面都十分优秀，如 Microsoft Equation 在 Microsoft Office2007 中的可视化操作和再编辑等方面都比 Microsoft Office2003 进步了很多。但是，这些常用的公式编辑器生成的数学公式通常只能用于专用软件的文本编辑，并不能直接在 Web 中使用。用户需要将表达式保存为图片格式嵌入到 Web 中的适当位置，这种方法初步解决了数学公式在网上的显示，但包含在图片中的数学信息不能被查询和重用，也不利于存储和编辑修改。

为了能在 Web 上方便快捷的显示、处理和共享数学公式，国际互联网标准组织 W3C 制定了 MathML 语言，它是基于 XML 的用于描述数学表达式的结构和内容的标记语言，由 30 个表达格式和 120 个表达内容的 XML 标记组成。支持 MathML 的浏览器、编辑器、解析器、转换器等各种软件相继出现。例如，编辑器 AsciiMathML 是应用于 Web 的在线数学公式编辑软件，它能够利用输入公式字符转化为 MathML 代码；而 WebEQ Editor 是一种所见即所得的数学公式编辑工具。将这些编辑器集成到 Blog、BBS 等网络交流平台中，可以支持用户在 Web 上使用公式交流，这是目前较为常用的支持在线公式交流的方法。但是，目前 Netscape、Mozilla Firefox 和 W3C 的 Amaya 等浏览器可以直接支持 MathML，而微软的 IE6.0 和 IE7.0 则需要插件 Mathplayer 的支持，这对该方法的应用范围有一定影响。另外，这些编辑器所输入的公式符号并不都符合 LaTeX 语言规范。因为有的 LaTeX 公式并不能无损的转换为 MathML，如矩阵中的分割线等，所以对于比较复杂的公式，可能会存在输入的公式难以正常呈现的问题。

2009 年 9 月 Google 新闻中发布 Google Docs 新增公式编辑器——Equation Editor，它是基于 LaTeX 的，能进行所见即所得的编辑，也可以直接输入 LaTeX 代码，编辑完成后，Google Docs 会将这些代码利用 Google Chart API 转换为图片，导出为微软的 Word 格式时会在公式位置插入公式图片。这给 Web 上的公式显示和处理带来了很大的方便，虽然目前它也并不能完全支持 LaTeX 语言，但已能满足日常使用。

目前，在线公式编辑器 LaTeX Equation Editor4 能够很好的支持 LaTeX，用户可以免费下载并使用它的客户端程序。但是，公式图片的显示和处理都直接依赖于它的服务器，需要连接该网站才能正常使用，或者付费在本机上安装服务端。表 1 为现有一些公式编辑器的比较。

表 1 现有公式编辑器对照表

类型	优点	缺点	举例
文本编辑软件中的公式编辑器	可视化操作，可保存为文本，可用于印刷排版等	不支持 Web 上的显示与编辑，一般需将公式转化为图片后才能在 Web 上使用	Microsoft Equation、MathType、CTeX（支持 LaTeX 的排版软件）等公式编辑器软件
基于 MathML 的在线公式编辑软件	基于 XML 标记语言，有利于存储、检索和共享，可在 Web 上显示和处理	需要浏览器或插件支持，有的 LaTeX 公式不能无损转换	Design Science 的 WebEQ Editor、AsciiMathML、Amaya 浏览器中集成的公式编辑器等
Google Docs 中的公式编辑器	基于 LaTeX，支持程度较好	主要适用于 Google Docs 中的公式编辑	
LaTeX Equation Editor	基于 LaTeX，支持程度好	免费使用依赖于该国际网站，或需要付费	

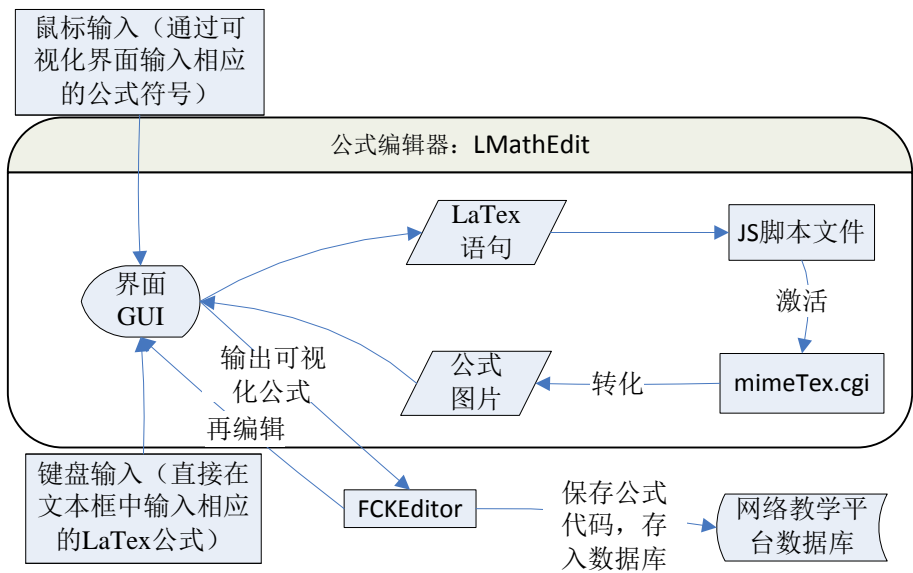
在线公式编辑的方式随着网络技术的发展而不断变化、进步，但是仍然存在各种各样不足。目前在线公式编辑器主要存在两个问题：一是，需要浏览器或插件的支持，这对客户端提出了要求，给用户的使用带来了不便；二是，依赖于提供在线公式编辑器的服务端，而网

络教学平台是一个独立的系统，对其它服务端的依赖可能会导致不稳定性。但是，为了有效支持数学学科的教学，网络教学平台有必要提供简单易用，而又稳定的在线公式编辑器。本文通过运用一些已有的开源技术，结合实际需求进行设计开发，提出了一种无需插件，完全集成与网络教学平台中的在线公式编辑器：LMathEdit。其中，此在线公式编辑器支持的公式格式为 mimeTex，接近于常用的 LaTeX，功能方面支持在网络教学平台的中以所见即所得的方式输入、编辑和显示数学公式。另外，为了在教学的各个环节方便地进行公式编辑，本文介绍了将 LMathEdit 集成到在线编辑器中的方法，因为在线编辑器应用于教学的各个环节，这样可以方便数学公式和其它表达标识一起输入和编辑。

3. LMathEdit 总体介绍

3.1. 体系结构

公式编辑器 LMathEdit 的架构主要包括界面 GUI、核心 mimeTex.cgi、JS 脚本文件，以及与 FCKEditor 的集成，如图像 1 所示。用户在操作界面上可选择两种方式输入公式：一是通过鼠标操作可视化按钮；二是直接输入公式的 LaTeX 语句。两种方式最终都将形成 LaTeX 语句，然后通过 js 脚本文件的处理，激活 mimeTex.cgi，转化为公式图片并在界面的相应位置呈现，以便用户预览。在用户确定编辑完成后，将公式数据输入 FCKEditor，最终存储到数据库中。这个过程是可逆的，用于公式的再编辑。



图像 1 LMathEdit 体系结构图

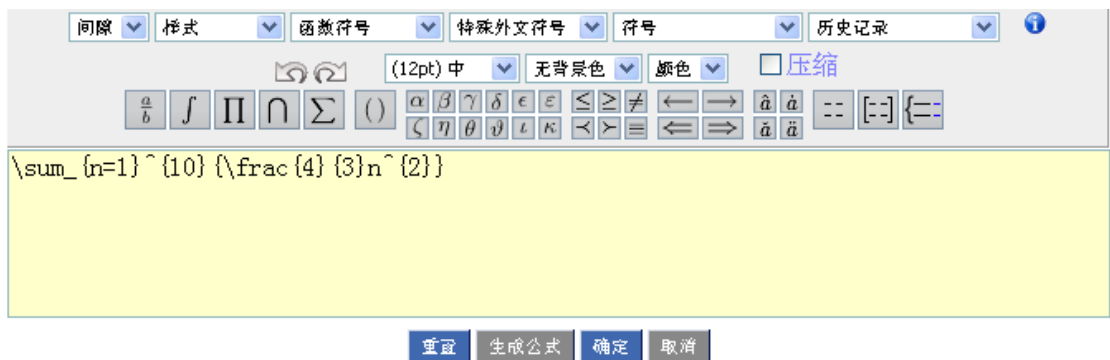
3.2. 用户界面

为了能进行所见即所得的公式编辑，需要可视化的公式编辑界面，如图像 2 所示。本文在开源 LaTeX Equation Editor 的界面基础上设计了公式编辑界面，其特点如下：

- (1) 操作面板直观易用，可直接选择输入相应的公式符号；
- (2) 可对公式样式进行设置；
- (3) 可查看、调用当次编辑公式的历史记录；
- (4) 根据 MimeTex 与 LaTeX 不同之处做了修改，使界面与核心相匹配；
- (5) 设计了友好的中文界面，方便用户使用；
- (6) 设计了一些人性化的错误提示。

借助编辑界面上的编辑项可生成相关公式符号的基本语句，然后在文本框中完成公式，即在“{}”或其它输入位置中输入数据，也可在文本框中直接输入 LaTeX 公式。点击“生成公式”

按钮，可在下方预览生成的公式。编辑界面包括常用的积分、求和、求积、根号等运算符、特殊数学符号和各类矩阵符号。



$$\sum_{n=1}^{10} \frac{4}{3}n^2$$

图像 2 公式编辑器面板

3.3. 功能及特点

通过体系结构和界面的设计，实现 LMathEdit 的功能和特点如下：

- (1) 支持数学公式的可视化输入，使用所见即所得的操作界面可帮助不熟悉 LaTeX 语言的用户方便快捷地输入公式；
- (2) 已输入的数学公式可进行再编辑。因为公式的输入即使有可视化的操作依然是费时的工
作，所以在已输入公式的基础上修改公式是必要的。
- (3) 不需要在服务器上存储图片，导入导出时也不需要打包图片，减轻了服务器的负担。
- (4) 具有重用性，编辑好的公式可直接拷贝到网页或是在线编辑器的其它位置；也可将网页
上的公式拷入在线编辑器发布，或是再编辑。
- (5) 公式的显示和处理依赖服务器的运行，所以上述功能仅在支持在线使用。

4.LMathEdit 实现方案

本文是基于网络教学平台的 Web 公式编辑器开发，因此要充分考虑其开发环境。网络教
学平台的运行程序和资源存储都是基于服务器的，使用者是处于客户端的师生。

4.1.mimeTex

mimeTex⁵ 是在 GPL 协议下发布的公式编辑软件，支持的语言规范是 mimeTex (语法上类
似 LaTeX)。它的目的是使用户能在网页上轻松地输出 LaTeX 格式的数学公式。它提供了已编
译和未编译的文件，并且提供了多种版本以支持不同的操作系统，如 Windows，Linux 等。

网络教学平台一般基于 Tomcat、IIS、Apache 等 Web 应用服务器，它们通过配置都能支
持 cgi 文件。LMathEdit 使用的是已编译的 mimetex.cgi，因此经过配置 mimetex.cgi 可用于将
LaTeX 公式转换为能在 Web 上显示的公式图片。由于此 cgi 文件置于网络教学平台的服务器
中，所以只支持在线使用。

文本编辑软件中的公式编辑器生成的公式若要在 Web 中显示，需要转换为图片格式的文
件，这样的公式图片是存储在服务器上的，并将存储路径保存在数据库中，因此编辑时只能
是上传新的图片，不能进行在线编辑。而通过 mimetex.cgi 的公式图片转换功能，可以使数据
库中原本以文本形式的公式文本直接显示为公式图片，因此，公式图片不需要存储在服务器
上，而是以一个与图片类似的标签在网页中显示数学公式。另外，在数据库中公式是以文本
形式存储的，服务器不会因为存储大量的公式图片而占用过多的空间。在进行公式编辑时，
用户实际编辑的是存储与数据库中的公式文本，由公式文本动态地生成公式图片，因此公式

可以方便地进行在线编辑或重用。

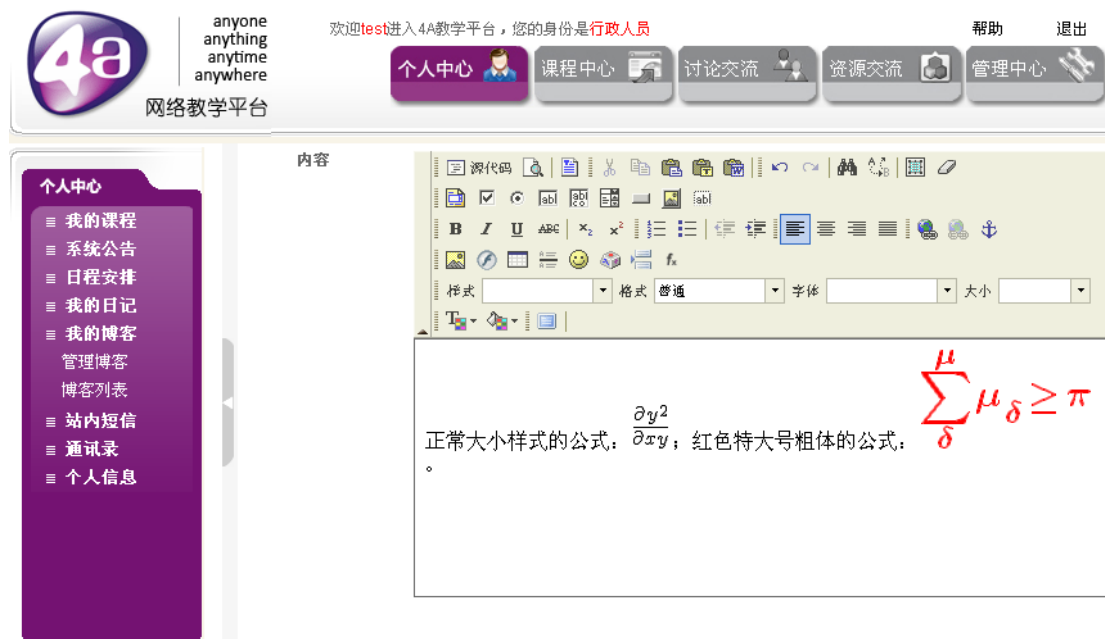
例如，在线编辑器中公式 $\sum_{\alpha=1}^{\infty} \sqrt[3]{\alpha}$ 存储的标签如图像 3 所示。

```
<p></p>
```


图像 3 公式存储标签示例

4.2. 与在线编辑器集成

公式编辑器形成之后，为了能把公式编辑器生成的公式插入在线编辑器，和对已发布的内容进行编辑，就需要将公式编辑器与在线编辑器集成。LMathEdit 基于的是网络教学平台，本文以 4A 网络教学平台为例，如图像 4 所示。4A 使用的是 FckEditor⁶ 在线编辑器，故需将公式编辑器集成到 FckEditor 中。



图像 4 4A 网络教学平台中公式编辑效果

LAMS⁷ 提供了将公式编辑器集成到 FckEditor 的方法——FCKEditor Equation Editor Plugin。首先要修改 fckconfig.js 文件，在 FCKConfig.ToolbarSets["Default"] = [] 中选择位置加入 'Equation'，并将代码 FCKConfig.Plugins.Add('equation', 'en') 加入文件代码末尾。这将在在线编辑器的面板中加入公式编辑器按钮 ，点击即可打开公式编辑器面板，支持在光标处插入公式，或是编辑选中的已输入的公式。结合在线编辑器的其它功能，教师可在线发布数学试题等相关信息。公式信息的存储标签是 ，与图片所用标签相同，因此具体集成的方法与图片类似，在此不做介绍。公式标签中的 title 属性中存有公式信息，通过语句：window.opener.FCKSelection.GetSelectedElement()，便可获取该标签及其属性。然后通过标签中的属性和正则表达式的匹配，从公式信息中获取有效的 LaTeX 语句。最后公式编辑器编译获得 LaTeX 语句，即可对已输入公式进行再编辑。

5. 总结

当前文字编辑工具和排版工具中可以支持公式编辑，但是网络在线的公式编辑却不普及。

本文中的 LMathEdit 公式编辑器整合于网络教学平台的在线编辑器中，适用于网络教学中交流的需求。此外，LMathEdit 也可以支持网络教学平台的资源库、试题库中数学公式的输入、存储和编辑，丰富网络教学中的表达方式。由于公式的显示需要服务器上 cgi 文件的支持，所以不能离线使用，但是对于网络教学平台上的在线教学和交流可以提供一定的帮助。

附注

- [1] 本文工作受全国教育科学“十一五”规划国家重点课题《以教育技术促进学校教育创新研究》（课题编号：ACA07004）项目支持。
- [2] <http://zh.wikipedia.org/wiki/LaTeX>
- [3] <http://zzg34b.w3.c361.com/homepage/LaTeXapplication.htm>
- [4] <http://www.codecogs.com> 提供
- [5] <http://www.forkosh.com/mimetexmanual.html>
- [6] FCKeditor 是一个专门使用在网页上属于开放源代码的所见即所得文字编辑器。
- “FCKeditor”名称中的“FCK”是这个编辑器的作者的名字 Frederico Caldeira Knabben 的缩写。
- [7] <http://wiki.lamsfoundation.org>

参考文献

- 吴明(2005)。WEB 上数学公式表达技术研究。南京师范大学。
- 张智刚和徐向红(2008)。在线数学公式编辑器的实现。《现代商贸工业》，(6)，347-348。
- 董国明和张君玉(2008)。支持数学语义描述的在线公式编辑器实践。《中国科学院研究生院学报》，(11)，824-829。
- 赵燕娟、李廉、苏伟和李冠宇(2008)。基于 MathML 的网络数学公式编辑器的实现。《计算机工程》，(4)，76-78。
- 秦铭谦和曾青松(2009)。基于 XML 描述的数学公式编辑器实施方案。《计算机教育》，(06)，56-59。
- Dooley S S. (2002). Editing Mathematical Content and Presentation Markup in Interactive Mathematical Documents. *Proc. of International Symposium in Symbolic and Algebraic Computation* (Lille, France), 55.
- Google Docs(2000). from <http://google.org.cn/posts/google-docs-adds-equation-editor.html>
- mimetex manual. from <http://www.forkosh.com/mimetexmanual.html>
- Open Source Scientific Library (C/C++, .NET, Excel) . from <http://www.codecogs.com/>
- FCKEditor Equation Editor Plugin - LAMS Documents (English) – LAMS Foundation Wiki. from <http://wiki.lamsfoundation.org/display/lamsdocs/>

更具可用性的网络教学系统的 UI 设计

Greater usability of web-based teaching system UI Design

张明、程建钢

清华大学教育研究院 教育技术研究所

邮件信箱：zhangmm@tsinghua.edu.cn，chengjg@tsinghua.edu.cn

【摘要】作为衡量网络教学系统性能和质量的重要指标，UI 设计直接影响到软件系统的可用性。本文试图结合作者近年的设计实践，从信息的有效组织、以教学/学习者为中心开展设计以及简约而有效的设计标准等方面，探讨如何使网络教学系统的 UI 设计更具可用性。从而使网络教学系统能够在特定教学领域内，全面、持久地为特定群体提供良好的、以教学内容为基础的服务。

【关键词】 网络教学系统、UI 设计、可用性

***Abstract:** As an important indicator for evaluating the performance and quality of web-based teaching system, UI design directly influence the usability of the system. Based on the design experience of the author in recent years, this paper discusses how to improve the usability of the UI design of web-based teaching system through effective information organization, design in terms of teacher and learner's needs, simple and useful design rules etc. The goal is that the web-based teaching system can provide comprehensive, continuous and high-quality services for specified teaching groups in particular environment.*

Keywords: web-based teaching system, UI design, usability

1.前言

作为专业教育应用软件，网络教学系统力求做到在特定教学领域内，全面、持久地为特定群体提供良好的、以教学内容为基础的服务。而 UI 设计，作为衡量教学系统性能和质量的重要指标，将直接影响到软件系统的可用性。优秀的 UI 设计，能够使教学系统符合学习者的使用习惯及学习逻辑和心理，达到方便操作、愉悦使用、降低软件学习曲线的目的。本文作者试图结合近年的设计实践，探讨如何通过 UI 设计提高网络教学系统的可用性。

W3C 关于有用性的定义为：使特定用户在特定环境下，达到特定任务时的有效性、效率和满意度。而 UI 设计中影响可用性的六个因素是结构、导航、一致性、反馈、可搜索性和控制及安全性。UI 设计的目标是可察觉的、可交互的、可导航的和可理解的。网络教学系统的 UI 设计不应是教学信息的简单陈列，而要围绕上述因素和目标来进行，使其更具可用性。

2.有效的信息组织和设计

教学/学习者如何发现和利用教学信息，有条不紊地开展教学和学习活动，循序渐进的从系统所呈现的信息中获益，是网络教学系统最核心的任务。对各类信息进行梳理和组织，也许是 UI 设计中最不吸引人的部分，但却非常重要。系统越庞大，信息越多，信息的组织就越复杂。

2.1. 明晰教学系统的内容、流程和目的

若想使教学系统的 UI 设计具有更好的可用性，第一个任务就是梳理教学系统的内容、流程和目的。对于设计者，整理庞杂的、最初并不了解的信息是困难的，它需要具备良好的理解力和耐心。软件系统的内容包含文字、图像、视频和其它为特定教学目标而需在系统中展现的信息。流程是指教学/学习者使用网络教学系统完成交互所需要的任务和工作流。而目标也就是教学/学习者的目标。

2.2. 确定信息的优先级和寻找教学/学习者的路径

一旦把握了整体信息情况，可以着手确定信息的优先级，分析使用者将如何进入和浏览教学系统。他们会以怎样的路径去完成教学任务？哪些信息是最重要的？哪些应该在一开始就被呈现而哪些只是补充信息？

2.3. 组织教学系统的界面

清楚掌握了网络教学系统不同元素之间的关系，教学/学习者将要如何使用，以及每个模块不同的优先级之后，可以着手系统界面的组织。这包含给界面分类、合并多个界面、分解复杂界面、把文字变成更直观的图表或重新安排、以及建立导航地图等。

2.4. 尝试多种界面组织方式

教学系统的复杂性使得 UI 设计往往很难一次成功，因此可以尝试以多种方式反复对界面进行组织和设计，例如把界面放到不同的小组和集合中去。此外，进一步探寻使用者在系统环境中是如何行动的，以此改进设计，找到逻辑关系最强的最佳方案。

2.5. 保持结构平衡

在进行大量信息的组合时，会出现这样的问题：系统界面的组织该做多深或是多广，界面共有多少层，每层上面放置多少项。如果单独一个界面包含有太多项，难免会让教学/学习者感到困惑。而如果一项教学功能需要教学/学习者必须点击很多层才能达到，也会遭到使用者的抛弃，使重要的教学任务无法完成。因此，需要在界面组织的深度与广度之间，寻找结构的平衡。

2.6. 针对快速阅读和跳过的信息的设计

在实际使用中，教学/学习者其实很少完整的阅读每一个界面，无论是说明、条例，还是一些平常的文字，多数情况下都是快速扫描和阅读，甚至跳过。因此，应强调重要信息，避免将其捆绑在一堆文字里。尽量避免呈现大段的整篇文字，而要采用标题、副标题、项目符号、图标或是其他标识物进行划分，使得内容的编排易于使用。

2.7. 设计需要被读到的文字

教学系统 UI 设计的目的是传递信息，而它们大多是文字，所以需要斟酌文字的呈现效果。使用过小的字号、文字和背景色之间的低对比度，或是在深色背景上用很细的文字，都不可取。设计出真正让访问者去阅读的文字，以这种设计为目标，使用标题、副标题、边界、引用文字和其他吸引视线的技术布局，让教学/学习者关注文字并有兴趣继续阅读下去。

3. 以教学/学习者为中心进行 UI 设计

网络教学系统的设计，是要基于教学/学习者的需要，而不是基于教学系统所有者或设计者的需要。真正的使用者被忽视，是网络教学系统可用性差的最大原因。

3.1. 成为教学/学习者中的一员

网络教学系统的目标最重要的是需要满足教学/学习者的需求。其核心是：最好的教学系统设计和源于对潜在教学/学习者的需求的了解。在设计初期，设计者要把自己放在教学/学习者的位置，了解他们进入网络教学系统想要什么以及达到目标的方法和途径。此外，积极与终端教学/学习者交流收集见解，推动设计的进展，并贯彻到整个设计过程。

在进行 UI 设计时要从教学/学习者的需求和感受出发，围绕教学/学习者为中心设计系统，而不是让教学/学习者去适应系统，无论系统的使用流程、信息架构、交互方式，都需要考虑教学/学习者的使用习惯、预期的方式和视觉感受。

3.2. 指导教学/学习者

我们并不想要教学/学习者为了寻找一个教学功能而点遍网络教学系统的每个界面和每个菜单。为了避免混乱，我们通过链接、导航菜单指导教学/学习者，在界面上“告诉”使用者，以便他们仅通过少量的点击就可以达到教学目的。通过降低点击次数，可有效的降低教学/学习者的挫折感，建立持久使用系统的信心和兴趣。

3.3. 遵循 80/20 法则

80/20 法则众所周知并被广泛应用，对于教学系统的设计，80%的时间花在了 20%的功能特性上；80%的错误是由 20%的交互活动引起的。所以，我们需要找出教学/学习者最关心或者最可能引发问题的那 20%的特性。可以直接询问教学/学习者，观察他们使用系统的过程，或可以把日志功能加到教学系统中，通过日志记录查看他们真正的教学行动。

当了解了这些特性，就可以专注于改善系统的 UI 设计了：如果这些特性使用频率很高，试试看如何让它们更容易被用到。例如使它们的图标更醒目、添加快捷进入按键等。如果一个使用者在某个操作环节被卡住了，试着确定一下原因：这里是不是有晦涩的术语？或是下一步的提醒是不是太过模糊？

把注意力集中在 20%的特性和问题上，教学系统整体上的可用性会极大提高，因为我们把注意力放在了最重要的地方。

4. 简约和效率是最终目标

教学/学习者的注意点是有限的资源，尤其是当 80%的教学/学习者重点在使用 20%的内容时。那么，为什么要给系统界面中加入臃肿的内容呢？界面上的元素吸引视线，元素越多，教学/学习者去关注的事情就越多，而去关注重要内容的几率也随之下降。因此在 UI 设计中需明确每个页面的目标和重点，加入每一个设计元素时，都应考虑使用者的实际需要及需要的程度，把信息噪音减少到最少。总之，我们要找到尽可能少用元素的解决方案，即简约是最终目标。

4.1. 界面留白的艺术

国画中描述艺术形式的空间布局，用“计白当黑”，表明了白也就是空的地方和着墨的地方一样都是国画整体的组成部分。如何利用空间中的留白是非常重要的，也是提升艺术性的途径。对于教学系统的 UI 设计，亦是如此。界面上的留白部分，同界面的其它内容如文本、图形、动画一样，都是设计者在制作界面时要通盘斟酌的。当然，留“白”不单纯的是说白色，它是指留出一定的空间。人们的眼睛需要被注视物的周围有一定的空间，这样才能看的更加清楚。这包含界面中各元素之间足够的空隙，为了屏幕阅读所设定的额外的行间距、页边距等等。留白既可以给教学/学习者带来心理上的松弛，也可以带来紧张与节奏。通过这种手段可以向浏览者传达出设计者的诉求，优秀的设计不仅通过文字、图形、动画，同时也借助留白进行表达。其实在排版布局中，我们已经在不知不觉地利用着留白，试想如果界面上充满了图片和文字，一点空隙都不留，那就根本谈不上设计的韵律。利用留白的体量感来使界面布局平衡，会使界面更加生动。整个内容排布得松紧有度，给人以跌宕起伏之感。

4.2. 呈现更少的信息，减轻教学/学习者负担

大量信息的组织增加了教学/学习者的认知负担，并且也使教学系统难以使用。认知负担是完成某一任务时大脑活动的总和，包括记忆、感知、思考/理解等等。在 UI 设计时，有意

识的把去除多余的视觉元素作为准则。“接近完美的结果，不是没有元素可再添加，而是没有任何元素可被去除的时候”。我们可以通过以下办法减轻使用者的负担，使教学系统更加友好：

- 1) 使用更少的文字。在络教学系统的实际教学活动中，教学/学习者其实是很少仔细阅读文字的，少到让我们惊讶的程度。大部人只会点击“确定”或“下一步”，并期待得到最后的结果。大量的文字会吓倒教学/学习者，让其感觉系统非常复杂，难以使用。因此文字组织要言简意赅，重点突出。如果大量的内容根本读不过来，那就存在重要信息被忽略的风险。
- 2) 尽可能少问问题。过长的表格，提问过多的问题都会吓倒教学/学习者。没有人喜欢填写表单，使用者对于填表的态度是能不填就不填。请让使用者尽可能少填内容，以帮助他们继续开展教学活动。
- 3) 表格切分。当需要呈现或获取很多信息时，把表格切分为几页，然后让教学/学习者一页一页来。并确保向教学/学习者标示出进度，让他们知道已经完成了多少。
- 4) 删除不必要的信息。显示的每一处信息都应是有有助于理解的有效信息，避免整个界面凌乱不堪。如果没有实际作用和附加价值那就删除它。
- 5) 增加必要的解释。根据需要，在字段的附近增加必要的解释，这样教学/学习者不用额外思考它的含义。特别是当处理技术术语和字母缩写的词汇时尤为重要——如果教学/学习者以前没听说过这些词，必要的解释可以降低教学/学习者的挫折感。

4.3.更具有可用性的图标

图标在交互设计中无所不在，是教学系统 UI 设计的关键部分。随着人们对审美、时尚、趣味的不断追求，图标设计也不断花样翻新，越来越多精美、新颖、富有创造力和想像力的图标充斥在教学系统的视界。但是，从可用性的角度讲，并不是越花哨的图标越被教学/学习者所接受，图标的可用性要回到它的基本功用去思考。

图标的功用在于建立起软件世界与真实教学之间的映射关系。教学/学习者通过这种关系，自动地理解图标背后的意义，这点跨越了语言的界限。但是，如果这种映射关系不能被教学/学习者轻松并且准确地理解，那么这种图标就不是好的图标。因此，图标的设计应该遵守以下的原则：

- 1) 图标指向的映射关系应该尽可能的直接、简单

与我们的直觉相反，一些研究显示，界面中图标与文本相比较，并没有体现出明显的优越性，主要原因就是文字和功能意义的映射是直接的，而图标与功能意义的映射却不一定是直接和明显的（参考文献）。在不理想的图标设计中，教学/学习者需要花费几秒钟甚至更长的时间去猜测图标代表的意义，而且还很可能猜错，错误的理解导致错误的操作，错误的操作导致糟糕的结果，这绝不是美妙的教学/学习体验，即便从美学角度讲那个图标可能是上佳的艺术作品，生动活泼，却仍然是失败的。“直接”的意思是：不要绕弯。图标展现的视觉表象与其背后的意义只需要很短的意义路径即可连结。因此在图标设计中，设计师应该仔细考虑或者直接去调查教学/学习者的知识体系，找到最短的概念连结。

- 2) 每个图标指向的映射关系应该是唯一的

这个原则的意思就是，不要让图标产生歧义。想像一下，一个图标，它代表了什么？教学/学习者也许会猜测出了十几种对应关系，这就必将造成紊乱。这个原则的另一个推论原则：不要使用过于复杂的图标。因为图标的视觉元素越多，那么其意义指向的可能性就越多，教学/学习者越有可能从各种各样的角度去解读，那么该图标的可用性就越差。

- 3) 同一个图标系列中，使用相同的映射模式

在真实世界与网络世界的对应中，存在很多种映射模式。在同一个系列图标中，教学/学习者极易对图标形成某种固定的映射模式，如果突然出现了另一种模式的映射，教学/学习者可能仍将延用先前形成的思维定势进行理解，从而出现理解困难或理解偏差。

4.4、提供及时的反馈

在教学过程中，教学/学习者会去比较现实发生的和他们预期发生的事件之间的差别。及时的反馈有助于使用者评估之前所作的操作是否有助于更进一步地接近教学目标，以便重新调整操作或者进入下一个操作步骤。所以我们需要关注界面加载速度，加快反馈时间。并且，我们应尽量及时且清晰地让教学/学习者了解教学系统当前在做些什么，对使用者刚才的操作有哪些影响。例如在进行某些操作的时候，教学/学习者总能获得操作成功与否的反馈。这就给教学/学习者心理上的暗示和抚慰，避免产生焦急的情绪。

4.5.加入适度的限制

加入限制，阻止教学/学习者以不推荐的方式使用网络教学系统，确保他们只进行有效的操作，这可以减少错误而且使交互更直观。例如，如果某个表单项仅接受数字，最开始就不要让它接受字母，不要等到输入验证时再告诉教学/学习者做错了；不要让教学/学习者去猜在哪里输空格、冒号或者连字符等等。阻止他们犯错比直接扔出一句“错误”好得多。

4.6.重视细节的区别

网络教学系统的角角落落都需要仔细考虑，有一些元素，比如颜色、形状甚至角度改变后，在整体上给教学/学习者的使用体验就可能有很大的不同。如使用蓝色、绿色、青绿色和银白色，能给人一种平静的氛围；使用圆角比尖角更能给人一种柔和的、宽容的感受。通过适当的混合颜色、图形等的组合，可以营造出强烈的氛围和感受，这将对教学/学习者的情绪产生直接影响。

4.7.有秩序的排序与分组

信息的组织方式极大程度地影响着教学系统的可用性。首先 UI 设计元素的排列要遵循 CRAP，这是图形设计领域的四个准则：对比、重复、对齐和近似（参考文献）。应用这些简单的原则，可以轻易为界面带来巨大的改变。使用者获取信息的方式会随着他们的目标而改变，如果信息呈现方式可以适应这一点，那将会获得教学/学习者的高度评价。同时，需要按照一定方式将信息的组织和呈现：

- 1) 按字母顺序排列：简单的按字母顺序排列。当信息不能以更有意义的方式组织或者教学/学习者需要迅速找到某一信息时，这种方法很有效；
- 2) 按位置排列：根据信息的物理位置排序。如果信息和真实世界关联，那可以采用这种方法，用图来显示它的物理背景信息；
- 3) 按时间排列：以时间顺序排列。当信息与日期或时间关联时，就要采用这种排序方式，确保教学/学习者可以以时间顺序浏览信息；
- 4) 按类别排列：根据信息之间的共同属性把它们分类。分类法非常适用于从教学/学习者角度分组的菜单；
- 5) 按连续性排列：把信息排列成连续的一系列。顺序可能是从好到坏、从高到低等等。如果有衡量的标准，就提供这种分类方式。

5. 结论

教育软件的 UI 设计，是伴随着教育信息化的深入发展，而逐步进行的创造性思维活动，只有通过不断的实践才能逐步走向成熟。随着教育软件的应用和网络技术的发展，教育软件 UI 设计的可用性将得到更加充分的重视，希望本文中的技巧可以为设计者提供一些简单而行之有效的办法。

参考文献

- 倪龙云(2007)。《Web UI 设计职责的思考》。《艺术与设计》，25。
- 熊 杰(2006)。《武汉交通职业学院学报》。《UI 设计规范化研究》，82-84。
- Neil Pate(2006)。《优化网站设计的五种方法》。《JavaEye 知识库》。
- Tenk(2008)。《用户体验设计指南的引入》。《视觉同盟》。
- 焦万鹏(2006)。《新兴专业——“UI”设计初探》，《辽宁高职学报》第 8 卷第 2 期，34-36。

運用電腦多重動態表徵探討國小三年級學生的動物分類之概念建構

Computer Multiple Dynamic Representation and the Concept Construction of Animal Classification to Third-Grade Elementary School Students

梁峻哲、劉恬玟

國立高雄師範大學科學教育研究所，國立臺灣師範大學公民教育及活動領導學系博士班
邮件信箱：Lang115@ms1.hinet.net vicky241@ms41.hinet.net

【摘要】本研究目的是探討運用多重動態表徵於電子白板應用，對於學習動物分類的成效及動態表徵在科學概念建構之影響。研究採準實驗設計，對象為常態分班之3年級學生，對照組1班33人使用直接教學法，實驗組3班96人進行為期四週多重動態表徵輔助教學。以上學期評量成績為前測分析值，教學後的評量成績為後測，比較兩組在科學概念建構測驗的得分差異。結果顯示：1.學生對於教材具動態表徵有高度興趣；2.運用動態表徵於抽象概念呈現是有助於學生概念建構；3.使用多重動態表徵輔助教學的成效以低分組最為顯著，其次為中分組，高分組則不明顯。4.科技接受度會影響學習成效。

【關鍵字】 多重動態表徵、ICT、動物分類、電子白板

Abstract: Author planned to discuss Computer Multiple Dynamic Representation with interactive whiteboards when learning triple points of Animal Classification and the impact of dynamic representation that affects science construction. Quasi-experiments was applied in the research, author had third-grade students whose classes were under normal grouping to be samples. The control group was a class with 33 students who were under direct instruction, and the experimental group were 3 classes with 96 students who were under Multiple Dynamic Representation instruction. Furthermore, author took last semester scores of students as pre-measurement value, and the scores of students after the teaching as post-measurement value, most important of all, the difference between scores of science concept construction test were analyze. It shows that: 1. Students are highly interested with the material of instruction that with dynamic representation. 2. It's useful to construct students' concept through applying dynamic representation when present abstractive concepts. 3. The most significant and positive reaction (when applying dynamic representation to present abstractive concepts) was found in low-scored group, then mid-scored group, and there are no significant effects to high-scored group. 4. Technology readiness will affect learning effects.

Keywords: Multiple Dynamic Representation, ICT, Animal Classification ,Interactive Whiteboards,

1.前言

本研究採用 POE 教學模式，學生先按照布題所呈現動物的特徵（外型、聲音、特徵等）做分類假設，並作結果的預測再進行互動討論，教師最後做概念引介活動。學生可透過與他人互動及操作 IWB 去縮放、檢視特徵並對概念分類做修正；將學習到的概念以放聲思考方式進行概念澄清。希望透過這樣多重表徵的教學活動能提高學生動物分類概念的理解與成效。

2.文獻探討

2.1.POE 教學(Prediction-Observation-Explanation)

White 與Gunstone(1992)指出運用POE教學模式目的是在瞭解學童於某一情境下，如何應

用相關的知識來預測、描述和解釋(Prediction- Observation-Explanation, 簡稱POE) 所看到的現象, 是由Champagne, Klopfer & Anderson (1980) 所發展, 強調學童對真實事件的預測及預測的理由, 與一般測驗相較, 較少強調正確答案及評分的問題, 而是希望呈現真實的想法。許多POE活動中, 學童經常是以日常經驗及信念去支持他們的理由, 或者應用跟科學原理相異的觀念去解釋自然現象, 因此POE模式能有效地鼓勵學童應用原有的概念去進行推理及解釋, 也較能探測出在真實情境中的認知結構及應用知識的能力。

2.2. 多重動態表徵

Riding & Rayner (1998)以認知風格的觀點認為學生有表徵控制與偏好, 在圖像型風格者不管是整體或分析型都偏好圖像表徵, 若加強表徵技能將有助科學學習 (Chang & Quintana, 2006), 表徵技能包括: 視覺技能(Visualization)、解釋技能 (Interpretation)、推理技能 (Reasoning)。表徵(representation) 的功能是讓大腦中的意識具體化, Bruner(1965)將表徵分為動作(enactive)、影像(iconic)、符號(symbolic)三種表徵。由 Bruner 的觀點來看 IWB 可呈現文字、影像、還有圖片、多媒體動畫、物件、將表徵動態化, 可以說展現了多重動態表徵。

3. 研究設計與實施

3.1. 研究問題

研究假設為透過電腦媒體展現多重動態表徵來輔助學習, 其研究問題有: 1.使用動態表徵的 IWB 的興趣與自評學習成效是否有差異? 2.在前、後測成績上是否有差異? 3.實驗組各班的學習成績表現如何? 4.中高低分組學生學習情況比較。

3.2 研究變項與設計

本研究採準實驗設計, 以三次學期中之評量平均為前測分析值, 進行電腦媒體展現多重動態表徵(外型、聲音、特徵等)作為學生分類練習教學; 教學後, 以該次學習評量成績為後測設計。對照組則是採直接教學法與討論互動。以學習評量為依變項, 如圖 1。

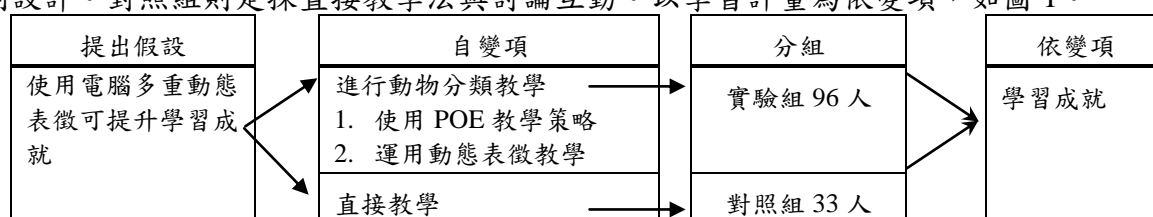


圖 1 本研究之實驗設計

3.2 研究對象

對象選擇國小三年級自然與生活科技課學生, 實驗組以四班中學期成績平均為第1、3、4之班級, 男生44位、女生51位共96位, 控制組以平均第2名班級為對象男生15位、女生18位。

3.3 方法與工具及信效度說明

使用 Interactive Whiteboards、自製教材做為實驗組的學習工具。自編評量卷作為學習成就測驗標的, 經該校三位曾教授過該單元之教師及一位科學教育博士生, 共同進行內容效度審查。修改 Aiken(2002)態度量表的興趣與自我評估成效部分, 作為對使用多重動態表徵的興趣與自我評估學習成效。以 SPSS 10.0 for Windows 進行資料分析。

4. 研究結果與討論

4.1. 研究結果

1.實驗組與控制組在使用動態表徵的 IWB 的興趣與自我評估成效方面

問卷結果作獨立樣本 t 檢定，在使用動態表徵為教學的興趣上有顯著的差異存在，而自我評估學習成效並未有顯著差異存在，如表 1。

2. 實驗組與控制組在前、後測成績表現方面

做獨立樣本 t 檢定，在前測上有顯著差異，在後測上則無顯著。表示實驗前兩組學習成績有顯著差異。經過多重動態表徵輔助教學後消除顯著性，原兩組平均數相差 4.07 分，後測拉近為 0.1 分，可見實驗讓成績落差縮小整體的成績也提高了，詳見表 2。

表 1 實驗組、控制組興趣比較表—獨立樣本 t 檢定

	組別	人數	平均數	標準差	t 值
興趣	實驗組	86	3.33	0.57	-2.691*
	控制組	27	2.99	0.59	
自我評估 成效	實驗組	86	3.30	0.52	-1.670
	控制組	27	3.10	0.61	

* $p < .05$

表 2 實驗組、控制組學習成績比較表—獨立樣本 t 檢定

	組別	人數	平均數	標準差	t 值
前測	實驗組	91	80.40	14.82	1.785*
	控制組	30	84.47	9.12	
後測	實驗組	93	84.54	12.86	0.040
	控制組	33	84.64	10.12	

* $p < .05$

3. 實驗組各班成績比較：

做單因子變異數檢定，實驗組與控制組在前、後測上有明顯差距，實驗組各班有 6.72、1.97、1.7 分進步高於控制組的 0.17 分；而 A、C 班的標準差明顯縮小代表整體的成績提高、落差縮小。落差較大的 A 班則有顯著進步，可見透過 POE 進行多重動態表徵輔助教學是助於落後學生學習成效，詳見表 3。

表 3 實驗組在前後測學習成績比較表—單因子變異數分析

	組別	男	女	總人數	平均數	標準差	整體平均數	整體標準差
前測	A 班	14	17	31	77.10	17.99	80.04	14.82
	B 班	15	16	31	85.38	8.20		
	C 班	15	16	32	80.64	15.00		
後測	A 班	14	19	33	83.82	15.56	84.54	12.86
	B 班	15	16	31	87.35	8.6		
	C 班	15	16	32	82.34	13.17		

4. 實驗組與控制組各學習成就能力（高、低分組）學生之成績比較

將學期成績分為高（前 27%）、中（46%）、低（後 27%）學習成就能力三組。作前、後測成績比較，如表 4。教學後平均成績都呈現明顯進步的情況。尤其低分組成績平均有 8.78 分的進步，其次是中學習成就學生也有 2.52 分的進步，超越控制組的成績。

表 4 實驗組與控制組不同學習成就能力學生學習成績比較表

組別	學習成就能力	前測平均分數	後測平均分數	進/退步
實驗組	高	93.61	93.87	0.26
	中	85.20	87.72	2.52
	低	62.91	71.69	8.78
控制組	高	93.40	89.78	-3.62
	中	84.45	86.25	1.8
	低	68.40	69.33	0.93

4.2. 討論

- 1.在學習興趣與成效方面：由表 1 得知實驗組學習興趣提高而且顯著，而自評學習成效則有無顯著差異若將學習興趣與自評學習成效作相關，則可發現雖然自評學習成效無顯著差異，但使用多重動態表徵與自評學習成效是有顯著相關。

表 5 實驗組與控制組不同學習成就能力學生學習成績比較表

	多重動態表徵興趣	自評學習成效
使用多重動態表徵	.247**	.157
多重動態表徵興趣		.671**

* $p < .01$

- 2.在前後測成績方面：經多重動態表徵輔助教學後二組間成績顯著性消除，可見使用多重動態表徵輔助教學有助學生學習，不過在高學習成就能力部分進步較不明顯，或許高學習成就者對於何種教學方式通常無太大差別，不過中低學業成就者就需要適性並找到方法學習，多重動態表徵似乎可以強化學生的學習。
- 3.在教學過程中研究者發現學生對於電子白板所呈現出的圖像、聲音及圖像的放大縮小都覺得很好奇，而對於圖片的呈現認知理解，以原本書面或文字來得容易，符合 Riding & Rayner 的認知風格描述，而在表 7 也可得知使用興趣是與學習成效有關，換句話說科技接受度會影響學習成效。
- 4.在教學活動中，學生可以運用功能鍵進行圖像的放大縮小來檢視動物的特徵，並且透過文字或圖形來輔助說明其概念並且表徵概念，經課間針對學生言談發現，這樣的表徵方式比文字或口述來的容易表達，故運用動態表徵是有助於學生概念的建構。符合 Jonassen (2006)讓學生直接在可以操作的環境進行概念建模及提供學生操作示範解釋所觀察的現象(Doo, 2006 ; Linn,2006)。

5. 研究結論與建議

5.1. 結論

根據研究結果，發現運用多媒體的多重動態表徵於電子白板應用，對於學習動物分類的成效及動態表徵在科學概念建構的影響結論有以下四點：

- (1)學生對於教材具動態表徵有高度興趣。
- (2)運用動態表徵於抽象概念呈現是有助於學生概念建構。
- (3)使用多重動態表徵輔助教學的成效以低分組最為顯著，其次為中分組，高分組則不明顯。
- (4)科技接受度會影響學習成效。

參考文獻

- Aiken, L. (2002). *Attitudes and Related Psychosocial Constructs: Theories, Assessment, and Research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Bruner, J. S. (1965). Representation and mathematics learning. In *Society for Research in Child Development, Cognitive development in children : Five monographs* (pp.485-94). Chicago: Chicago University Press.
- Chang, H.-Y. & Quintana, C. (2006). Student-generated animations: Supporting middle school students' visualization, interpretation and reasoning of chemical phenomena. *The proceedings of the 7th International Conference of the Learning Sciences* (pp. 71-77).
- Doo, M. Y.(2006). A problem in online interpersonal skills training: do learners practice kills?. *Open Learning* Vol. 21, No. 3, November 2006, pp. 263–272
- Linn, M. C. (2006) *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences-The Knowledge Integration Perspective on Learning and Instruction.*, R. Keith Sawyer, *Washington University*
- Riding, R.J. & Rayner, S. (1998) *Cognitive style and learning strategies: Understanding style*

differences in learning & behaviour. London, David Fulton Publishers.

White, R. & Gunstone, R. (1992). Prediction-observation-explanation. In White, R. & Gunstone, R., *Probing Understanding* (pp. 44-64). London: The Falmer Press.

Wolfe, C. R. (2001). Plant a tree in cyberspace: Metaphor and analogy as design elements in Web-based learning environments. *CyberPsychology & Behavior*, 4, 67-76.

支持多语种的快速检索的东方语言文化数据库系统设计

The Design of a Fast-Searchable Multilanguage Oriental Language & Culture Database

陈宇昊*、贾积有*、吴筱萌*、吴杰伟**、刘迪南**

*：北京大学教育学院教育技术系，邮件信箱：{ st911, jyjia, xmwu } @gse.pku.edu.cn

**：北京大学外国语学院东方语言文化系 邮件信箱：{jack, apuyhaa}@pku.edu.cn

【摘要】 东方语言文化数据库系统，简称 OLCDB (Oriental Language & Culture Database)，是北京大学教育技术系和东方语言文化系的合作项目，属于国内外首创的综合性的东方语言文化研究特色数据库。该系统界面友好，简便易用；专业性突出，支持东方语言学所有小语种的识别、编码、输入、存储和检索；为用户提供便捷的资料添加、上传、标签、修改、删除等功能。系统具备对各类资料的快速检索功能，包括关键词全文检索和按照日期、国别、语言等分类的高级检索；具有全面的用户管理功能，管理级用户对资料拥有审核功能。OLCDB 在设计中应用实践了诸多 WEB2.0 概念，比如资源推荐、标签定位和资源评估等功能模块。

【关键词】 东方学语言文化，多语种，数据库系统，协同过滤，标签

Abstract: OLCDB (Oriental Language & Culture Database) is a cooperative project between Department of Educational Technology and Department of Oriental Language and Culture, Peking University, and the first comprehensive and featured database for oriental language and culture research. With a friendly interface it can be easily accessed through Internet. It supports the recognition, coding, input, storage and search of all kinds of oriental languages. The documents can be simply uploaded, labeled, modified and deleted, and moreover, fast searched with keywords or though the classification such as date, state, and language. With a full user administration function, the administrative users can check the correctness of the documents. Many Web 2.0 concepts like resource recommendation and evaluation, and tag positioning, have been applied in the OLCDB design.

Keywords: Oriental Language & Culture, Multilanguage, Database, Collaborative Filtering, Tag

1. 开发背景 and 用户需求分析

东方语言文化数据库 (Oriental Language & Culture Database, 简称 OLCDB) 是北京大学教育学院教育技术系与北京大学外国语学院东方语言文学系合作开发建设的一个专业数据库系统。OLCDB 专注于东方语言及东方学研究，积累原创的专业性的东方学研究资源，是国内外首创的综合性的东方语言文化研究特色数据库。

北大东方语言文化系最初成立于 1946 年，创建人是我国著名的东方学家季羨林教授，在 60 多年的教学科研活动中，北大东方语言文化系的师生积累了大量的研究对象国的第一手现场资料，但资料的分散存储不利于共享和重用；另外，随着电脑和数码相机的日益普及，每个人从国内外收集保存的资料越来越多，特别是拍摄的照片、录制的音频和视频资料，但是因为技术所限，要快速检索出来所需要的多媒体资料也并非易事。

在这种用户需求下，我们开发设计了东方语言文化数据库系统，简称 OLCDB（Oriental Language & Culture Database）。该系统的具体用户需求可以概括为：

- (1) 界面友好，简便易用。用户通过常用浏览器可以直接访问和管理，不需要客户端软件。
- (2) 专业性突出，支持东方语言学所有小语种的识别、编码、输入、存储和检索。
- (3) 为用户提供便捷的资料添加、上传、标签、修改、删除等功能。
- (4) 对各类资料的快速检索功能，包括关键词全文检索和分类高级检索方式。
- (5) 全面的用户管理界面，具有添加、修改、删除、权限设定等。

在实现这些功能之外，OLCDB 在设计中还应用了诸多 WEB2.0 概念，引入了资源推荐、标签定位和资源评估等功能模块。

2. 推荐系统

OLCDB 应用了 Collaborative Filtering（协同过滤）为用户提供推荐资源。

由于东方语言数据库中包含多个语种及专业的相关资源，资源有文本、图片、音频和视频等多种形态，如何为浏览数据库的用户快速找到他/她真正感兴趣的内容是我们首先要处理的问题。除了常规的关键词检索和条件检索之外，我们在 OLCDB 中引入了协同过滤技术。传统的协调过滤认为，找到用户真正感兴趣的内容的好方法就是，首先找出与他/她兴趣相似的用户，然后将这些用户感兴趣的内容推荐给此用户（Gediminas, 2009）。但是传统的协同推荐系统在数据稀疏性、噪音、冷启动、可扩展性等方面存在不足（Xavier, 2009），因此，我们基于传统协同过滤系统，引入了语种判断、教师识别等干预手段。

首先，我们将数据库的资源按照语种来进行一级分类，然后根据用户的浏览历史及搜索历史来判断用户希望获取的内容，按照该内容所属语种，对推荐资源进行一次过滤。在语种过滤的基础上，我们将用户浏览历史及第一次过滤后的推荐资源发送给相关语种或领域的专家——教师用户（教师用户可以登录 OLCDB 进行管理操作），通过专家的人工判断，再次筛选推荐资源，系统将记录专家的判断，为之后的推荐系统建立规则。OLCDB 通过这种专家干预的协调过滤系统为用户搜索最需要的资源。

在实际应用中，我们参考了 Xavier 的 Expert Nearest-Neighbors 算法。首先，我们从用户主要浏览的资料所属语言种类来判断用户之间的相似性（朱征宇, 2005），然后将最相似用户浏览的资料添加到推荐列表中，再由专家判断资料之间的相似性，将专家意见作为权重，为推荐列表中的资料重新打分，最后将得分最高（即最相似）的资料推荐给当前用户。例如，当用户检索“菲律宾高等教育”相关资料时，系统会给该用户推荐“菲律宾大学概况”、“菲律宾教育”等相关资源。

3. 多语种支持

OLCDB 数据库面向东方语言文化资源设计，具备良好的多语种支持。在设计开发中，我们采用了 Unicode 编码来存储数据。由于统一了编码，用户可以在一次工作流程中同时完成多语种的版本（包括阿拉伯语、泰语、缅甸语和巴基斯坦语等），所有内容都可以模块化。

在数据的多语种存储和检索上，我们为不同语种建立了不同的分词方式，当用户输入关键词时，我们按照语言类型对其进行区分，分别应用不同的规则，如，中文与蒙语的分词方式不同，在全文检索时，查询的方式也不相同。

在用户界面设计上，我们也充分考虑到了多语种的因素。例如，当用户主要检索或录入阿拉伯语等语种的内容时，我们将浏览器中呈现的界面转换为自右向左，以符合其语言习惯。当管理用户录入资源时，我们甚至提供了录入时的书写习惯调整功能，用户可以根据其书写习惯，方便快捷地选择自右向左书写或自左向右书写。

在内容呈现上，我们为不同的语言类型设计了不同的样式。如图 1 所示，当梵文和英文采用同样大小的字体呈现时，不易于用户识别。因此，我们根据各语种的特点，参考了相关语种专家的意见，分别为其指定不同的默认字体大小。

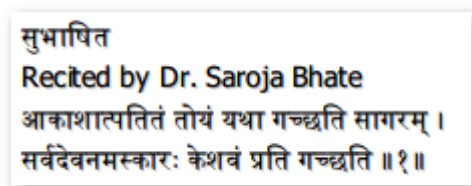


图 1.梵文和英文在 OLCDB 中的混排效果图

4. 标签定位

OLCDB 利用标签 (Tag) 来组织资源分类 (folksonomy)。有别于传统的信息组织分类 (taxonomy)，我们在语种、资源类型分类的基础上，利用标签来描述、管理及分类资源。标签是由用户自定义的、用于描述信息的关键词。由于东方语言文化数据库的资料添加具有很强的专业性和原创性，我们独创了专家标签的方式来组织资源，这种方式不仅能将资料准确分类，还可以在在一定程度上描述资料，使多语种资源的组织更加灵活高效。首先，我们将语种 (中文、阿拉伯语等)、资源类型 (即媒体形态：音频、视频等) 预设为标签，由系统自行判断并添加到每一条资源属性中；然后，分别让各语种的专家讨论适合于每条资源的标签数目、统一标签的用语和规范，减少因用词或用语不同而导致的标签噪音现象。常规标签系统中，会因为用户的拼写错误、词组分隔、大小写、单复数、记忆错误等原因而标签混乱；为解决这一问题，我们引入了专家标签的概念：由专家 (该语种的高级用户) 来规范认证已使用的标签，并赋予加权值，优先推荐用户使用。

在资料的呈现上，我们提供了标签常规图和云图，既可以按照标签的利用率来检索热门资源，也可以按照字母表顺序检索。

5. 资料评估

为了进一步规范东方语言文化数据库的资料内容，我们采用了资料评估的方法。资料评估有利于不断改进 OLCDB 上的资料内容，既可以帮助用户在 OLCDB 上找到高质量的资料，也可以帮助用户改善他们添加的资料。我们在资料评估方法上采用了如下几种方式。

5.1 内容审核

我们设置了管理员用户对 OLCDB 的资料进行基本审查，对可能让宗教界人士反感的内容、违反法律法规的内容进行删除或隐藏。

5.2 用户评价

OLCDB 的用户可以对他们在网站上看到的任何资料进行匿名评价。

5.3 专家评价系统

我们要求各语种专家为不同的语种资料来进行评价和评定等级，评价包括内容的完整性 (是否提供了资料所描述的全部内容)、准确性 (是否与该语种专家的观点一致) 以及教学性 (是否与学生用户的教育水平吻合) 等。

我们听取了多个不同语种专家的意见，为 OLCDB 的资源设计了一套评价等级，该评价标准主要有三个水平：综合标准、分数标准和细节标准。专家对其所在领域的资源进行评价，包括对每个资源平均水平的一个简单说明、分数和细节标准，分数分为以下几种：

3：优秀的——一个完整的、高质量的、具备发表水平的资源。

2：良好的——一个可以立刻被教师使用的资源，但仍然存在一些小瑕疵。

1：初级的——一个经过大的修改或者扩展后可以运用于教学的资源。

不可评价的——一个大资源的一个小部分，或者太小了而不能被评价。

OLCDB 的用户也可以为他们浏览过的资料匿名评分。

6. 系统实现

OLCDB 是一个高度可扩展、面向对象的数据库系统，基于 MVC 模式，具有很高的扩展性。

6.1 友好的用户界面

通过所见即所得文章编辑器，用户可以编排符合 W3C 规范的包含图片、音频和视频的文章

6.2 多媒体文档管理

OLCDB 拥有一个多媒体文档管理面板，通过管理界面可以轻松做到基于 GD 库的图片处理（缩放、裁剪、生成缩略图等），批量上传多个文档，编写文档描述；OLCDB 内嵌了预览播放器，让管理员可以在站内查看、审核文档内容，而不必将它们下载到本地。

6.3 SPAM 过滤机制

OLCDB 采用了基于 CAPTCHAS 的 SPAM 过滤机制，以保证数据库中不受垃圾信息的干扰。

6.4 支持协同工作

OLCDB 支持多个专家在线协同工作、支持多使用者环境，通过统一的后台管理以及全域的网站管理等功能，OLCDB 非常适合多用户协同编辑资源。

6.5 高性能数据存取

利用模板缓存（Template Caching）、数据对象缓存（Data Object Caching）和全面的代码重整等技术来降低 OLCDB 对系统资源的消耗，并且维持整个网站的稳定运作。

7. 应用和评估

OLCDB 目前已完成系统需求设计、系统开发、测试等步骤，已经正式启用。截至 2010 年 3 月，OLCDB 已经存储 529 条东方语言文化资料，累计点击 32,549IP，搜索引擎来源占 9.3%。

我们将在实际应用中，进一步优化 OLCDB 的使用流程。例如，引入评级流程和设计以增进 OLCDB 资源的规范性。我们希望通过这些持续不断的更新，改变传统教学资源数据库的庞大臃肿的形象，提升 OLCDB 的用户黏性和易操作性，将其建设为一个优秀的东方语言文化资料库，更好地服务于国内外的东方学语言文化的教学和科研。

参考文献

朱征宇, 张小林, 熊茜, 谢祈鸿. 基于用户兴趣子类的协作推荐算法[J]. 计算机科学, 2005, 32(10):176-180.

郑先荣, 汤泽滢, 曹先彬. 适应用户兴趣变化的非线性逐步遗忘协同过滤算法[J]. 计算机辅助工程, 2007, 16(2):69-73.

Xavier Amatriain. The Wisdom of the Few. SIGIR, 2009.

Gediminas Adomavicius and Alexander Tuzhilin. Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 17(6):734-749, 2005.

M. Harper, X. Li, Y. Chen, and J. Konstan. An economic model of user rating in an online recommender system. In Proc. of User Modeling 05, 2005.

本科毕业论文过程管理系统设计

The Design of the Process Management of the Graduation Project (Thesis) System

李汨、韩锡斌、周潜、杨娟、程建钢

清华大学教育研究院

{limi07, hanxb, zhouqian, juan-yang, chengjg}@mails.tsinghua.edu.cn

【摘要】 本文通过调查研究毕业论文平台的功能现状和应用情况，对中国本科毕业设计（论文）进行了描述和分析。针对毕业论文过程管理所存在的问题，本文在清华大学教育技术研究所已开发应用的本科毕业论文综合平台基础上，设计了过程管理系统。此系统满足不同高校个性化管理需求，有效解决毕业论文过程监控和文档管理难度大的问题。

【关键词】 毕业论文、毕业设计、过程管理、过程监控、文档管理

Abstract: After a survey on the functions and applications of the current Graduation Thesis Management System, the paper describes and analyzes the graduation projects (thesis). Aiming at problems of the current management system, the paper designs, on the basis of a management system designed by the Institute of Education Technology of Tsinghua University, a new multi-function process management system. The system well to satisfies the diversified management requirements of different universities and therefore effectively solves the tough problem of process monitoring of graduation thesis.

Keywords: graduation thesis, graduation project, process management, process monitoring, document management

1. 引言

本科毕业设计（论文）（以下统称毕业论文）是实现培养目标的重要教学环节，在培养大学生探求真理、强化社会意识、进行科学研究基本训练、提高综合实践能力与素质等方面，具有不可替代的作用（中国教育部办公厅，2004）。毕业论文是学生培养发现、分析和解决实际问题能力的重要环节，是学生综合运用所学知识进行科学研究和工程设计的初步训练，是学生发挥创造性思维、触类旁通的坚实基础。本科毕业论文不仅是评估最终的论文，它更看重的是对毕业论文所涉及的课题研究过程。毕业论文从启动开始就应加以重视，引导好学生完成毕业论文整个过程。为此，各高校都制定了详尽的毕业论文流程与监督审核环节，以保证论文质量。

2. 毕业论文信息化支持平台现状

随着中国大陆高校扩招，学校教务部门的工作量急剧增大，加上毕业论文流程冗长，参与人员广泛，利用数字化和网络技术的优势辅助教学管理部门对毕业论文进行综合统一管理、支持教师全面指导学生开展研究工作已成为各高校的必然选择。

各高校已建成并应用毕业论文相关平台的高校不多。湖南广播电视大学毕业论文管理平台具备选题和论文提交功能（湖南广播电视大学，2009），华东交通大学毕业论文管理平台实现了论文课题审核以及双向选择功能（华东交通大学，2009）。还有一些针对高校毕业论文开发的通用管理平台，如南京乔木毕业论文管理平台（南京乔木科技有限公司，2009）、南京先极毕业论文管理平台（南京先极科技有限公司，2009），都具备论文选题、论文资料保存查询、论文答辩评审管理等功能；THEOL本科毕业论文管理与指导综合平台（清华大学教育技术研究所，2009），其整体结构如图1所示，该平台分为三大部分：毕业论文管理系统、

毕业论文指导系统和论文库，本文所涉及的毕业论文管理系统又分三部分，其核心部分是过程管理。



图1 综合平台各系统关系图

目前各种平台中，毕业论文过程管理的功能还仅限于论文选题管理和论文评阅答辩管理两个部分，对毕业论文全程监控管理的功能还待深入研究。本文将从本科毕业论文过程分析入手，研究毕业论文过程管理系统的设计思路与技术实现方法。

3.毕业论文过程管理系统设计

3.1.研究方法

分析与毕业论文信息化支持平台相关的研究文献和应用软件。通过相关研究文献和应用软件的分析，确定本文的研究重点：毕业论文过程的监控力度不够是传统管理模式所固有的弊端（樊崇艺，罗四维，2007），提升毕业论文全过程跟踪管理功能是应用软件需要解决的主要问题之一。

已有系统的需求反馈调查分析。本文的研究是在THEOL本科毕业论文管理与指导综合平台（清华大学教育技术研究所，2009）的基础上展开的，是该平台的一个子系统。该平台在西安交通大学已经试用了一年，本文制作了调查问卷，针对该平台的功能面向西安交通大学教务管理部门的负责老师收集了反馈意见。结果表明，论文过程管理部分中的选题管理功能基本能满足需求，也具备了答辩评阅管理，但对整个流程还缺乏更有效的监控管理。

分析高校工作手册和相关文件。各高校都会制定与毕业论文相关的规章制度，并以工作手册等形式发布出来，使所有参与到毕业论文中的人员都能明确相关工作。本文选取了清华大学、西安交通大学和重庆工商大学等不同层次、不同学科、不同地域的高校，通过访问这些高校教务网站获取与毕业论文相关的工作手册和文件，对这些材料加以对比分析，总结出高校毕业论文的一般管理流程，明确毕业论文过程管理系统的业务需求。

设计毕业论文过程管理系统。根据软件工程的思路，设计毕业论文过程管理系统的角色、总体结构和功能模块，详细讨论系统设计中的重点问题。

3.2.毕业论文过程管理分析

高校一般将毕业论文工作分为校（教务处）、学院、系（专业）三级管理，管理方法如下：

- 学校对毕业论文工作进行宏观管理，制定相关规章制度，负责出台各类管理文件，监督、检查、评价各学院执行管理规定的情况和成效；
- 各学院负责组织和管理工作，其根据学校相关规定，结合学院实际，制定一些开展毕业论文工作的具体规定和要求，并随时监督检查各系进展情况；
- 系（专业）则负责落实毕业论文任务，按毕业论文工作的各项要求，认真组织指导教师开展好毕业论文教学工作，保证毕业论文质量。

从管理员角度，毕业论文的具体过程，从启动到论文集出版，中间有很多环节，具体见图2：

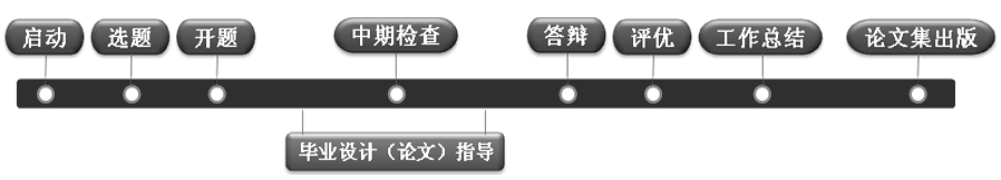


图2 毕业论文具体过程图

启动仅仅是一个时间起点，无实质性的管理工作，论文集出版是一个附加的可选工作。选题、开题、中期检查、答辩、评优、总结这六个环节就是毕业论文管理的主要过程。每一个环节涉及到的业务流程如下：

(1) 论文选题

高校论文选题的方式分为三种：教师发布课题然后由学生选择，学生自主申请课题，师生协商内定。

(2) 论文开题

课题一旦确定，指导教师就发布任务书，学生提交开题报告，部分学校需要专家审核开题。

(3) 中期检查

教师提交中期检查报告，专家进行审核。

(4) 答辩管理

教师审阅论文，专家评阅论文，答辩委员会组织答辩并提交答辩结果材料。一些高校还将答辩细分为抽查答辩、正式答辩和二次答辩。

(5) 论文评优

学校约请专家组从各学院上报的毕业论文中评选优秀论文。

(6) 工作总结

各学院在毕业论文工作结束之后，向学校教务部门递交工作总结。

3.3. 毕业论文过程管理系统的总体结构与功能模块

本文的研究目标是设计一个基于THEOL本科毕业论文管理与指导综合平台（清华大学教育技术研究所，2009）的毕业论文过程管理系统。

毕业论文过程管理系统的设计，以全面质量监控为主线，包括全员、全过程、全方位的管理、监控（堵国樑，贺晋，冯旭，2008）。基于毕业论文过程管理分析，可以确定六个业务环节为系统的一级功能模块，这些模块根据业务的时间顺序就形成了一级流程。根据每个业务环节的管理任务可以确定一级模块中包含的二级功能模块和二级流程（如图3所示）。

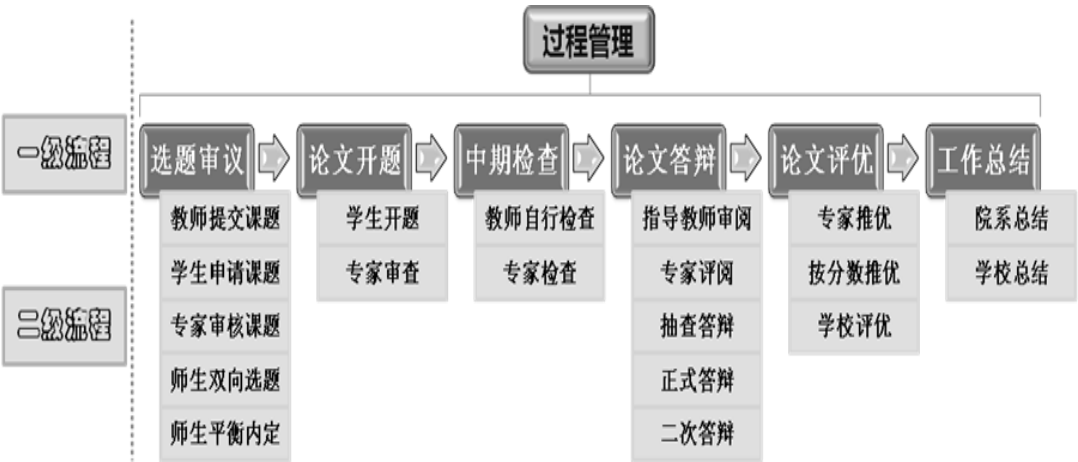


图3 毕业论文过程管理系统功能模块图

根据参与业务的人员类型确定系统的角色类型，包括校级管理员、院级管理员、系（专业）管理员、指导教师、学生和评审专家六类角色。校级管理员有权设定一级和二级流程，院级管理员有权设定二级流程，系（专业）级管理员可以参与过程管理，这三类角色都能对权限范围内的教师、学生和评审专家的论文工作进行流程管理。各个环节设定后，教师、学生和评审专家就能根据系统要求完成每个环节必须的业务工作，师生进行过程指导，评审专家进行评审管理。而管理过程中各类下发文档的规范化和动态化可以使得各类角色易于明确文档流转的对象和时间。毕业论文过程管理系统总体结构参见图4。

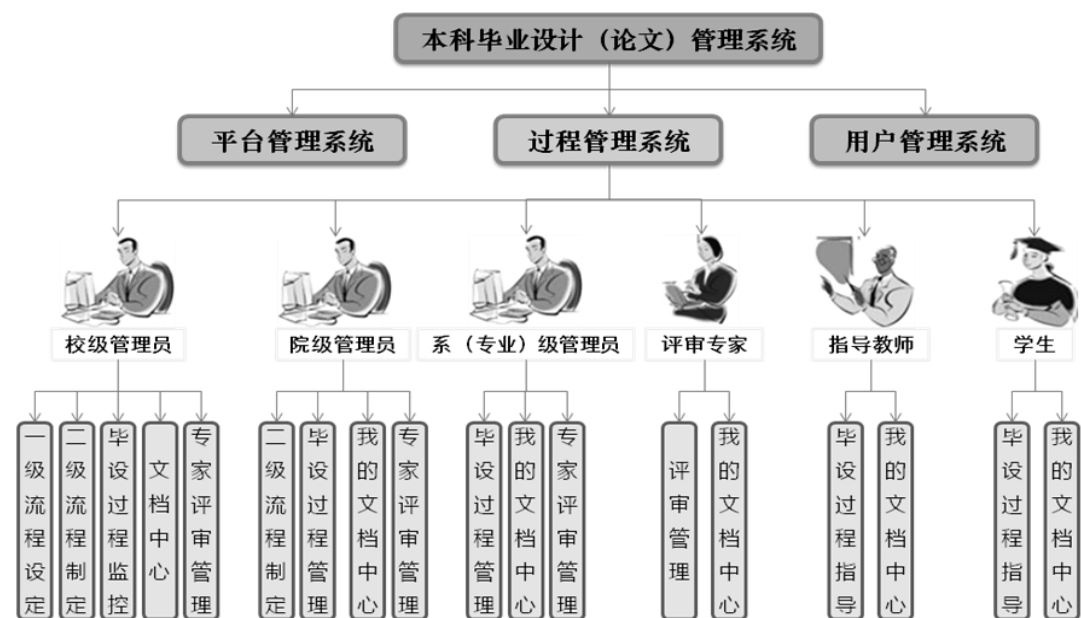


图4 毕业论文过程管理系统总体结构图

4.毕业论文过程管理系统设计的重点问题

本系统设计中涉及到了两个重点问题：一是过程管理需要满足不同高校的不同管理流程和同一高校在不同学年流程的动态变化；二是需要对过程管理的载体——文档进行规范化、动态化管理。

4.1.流程管理

本系统采用以下方法满足不同高校的不同管理流程和同一高校在不同学年流程的动态变化（参见图5）：

设计并预置二级功能模块：根据各高校的业务需求，利用组件技术设计相对独立的二级功能模块。如高校论文选题的方式分为：教师发布课题然后由学生选择，学生自主申请课题和师生协商内定三种，则将这三种选题方式设计成三个相对独立的二级功能模块，并预置到系统中作为流程设定的选项。

设置一级流程：校级管理员对过程管理一级流程的六个模块进行选择设定，如有些高校省略“中期检查”步骤，即可将此一级模块设定为“关闭”。同时设定每个一级模块对有权限用户开放的时间。

设定二级流程：院级管理员根据需要选择二级流程的模块及其开闭时间。

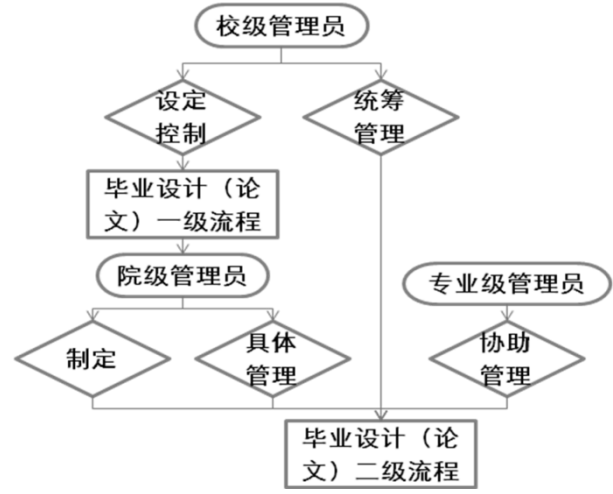


图5 管理员设定毕业论文过程管理流程图

系统功能模块在时间顺序上的设定保证了过程管理中各种业务活动的时间节奏，在模块选择上的灵活性满足了不同高校以及同一高校不同学院不同学年间过程管理中的流程差异性。

本系统二级流程设置完毕后，各级管理员对毕业论文的过程实施全面监控管理，详见图6。

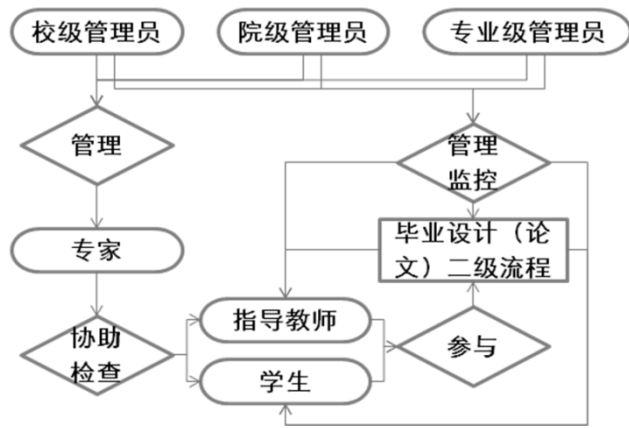


图6 流程监控图

指导教师和学生参与二级流程具体环节，完成毕业论文；三个级别的管理员根据各自权限级别，直接管理监控参与到二级流程中的指导教师和学生；三个级别的管理员也可根据各自权限级别，设置专家以及专家和课题间的评审关系，利用专家协助检查指导教师和学生的毕业论文进度，通过回收专家评审信息，进行间接监控。分级别分任务的管理模式增强了过程管理的有效性。

4.2. 过程文档管理

在过程管理中有很多文档传递，各高校各类文档差别较大，高校内各文档也不尽相同，需要对过程文档进行规范化统一管理。以往系统解决办法是把各类文档集中，各类用户可统一下载。这种办法很难满足不同高校不同需求，也难使文档与具体流程对应，本系统通过设计“文档中心”解决此问题：

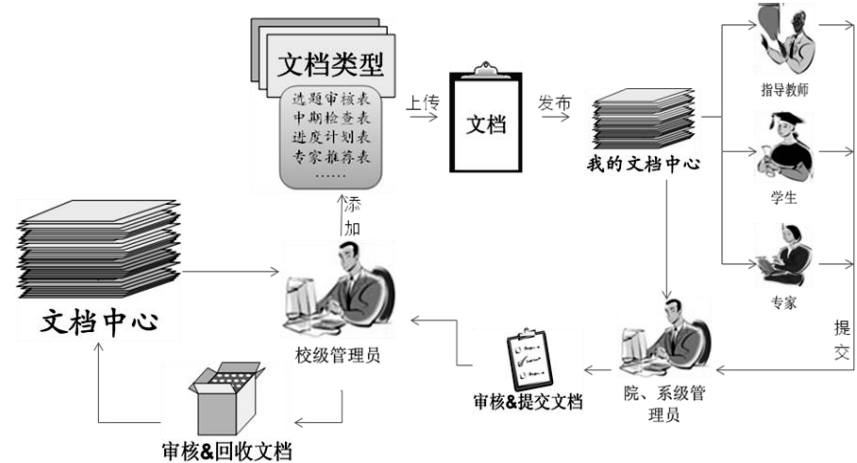


图7 文档传递流程图

- 系统中校级管理员端设立专门的“文档中心”，“文档中心”进行文档的发布和回收，各类文档按类别放在此处。一个文档发布时可选择能查收的用户角色，并有流程设置，使该文档只有进入此流程，才会在已选择的用户角色端显示出来。
- 除了校级管理员，其它用户角色都有“我的文档中心”，接收管理并提交自己的文档。文档具体传递流程参见图7。指导教师、学生和专家在相应流程中接收的文档根据具体要求提交给系（专业）或院级管理员审核，若还需向上级提交的，由系（专业）级提交给院级，院级提交给校级管理员的“文档中心”审核回收；直接发布给院系级管理员的文档，由相应管理员填写提交到校级“文档中心”。

文档规范统一管理和动态灵活处理相结合,满足不同高校不同时间段的不同需求。系统中文档管理规范化和动态化,使毕业论文过程管理中最交互复杂的事务变得简单易操作,不但节约成本、节省时间,更大大减少了管理员的工作量,使管理员有更充足的精力审核文档,然后做出正确的指示,督促教师指导、学生研究和专家评审,为论文质量的提高打下坚实基础。

5. 结论

本文基于THEOL本科毕业论文管理与指导综合平台设计了毕业论文过程管理系统。此过程管理系统重点解决了不同高校的不同管理流程和同一高校在不同学年流程的动态变化问题,并实现了过程文档的规范化和动态化管理。此系统可提高教务部门对毕业论文过程实施的动态跟踪管理及质量监控力度;促进指导教师对学生及时、有效的指导;保证学生毕业论文过程的效率和最终论文的质量。

注:本文研究得到全国教育科学“十一五”规划课题“基于知识管理的大学数字校园的研究”(课题批准号:DCA060096)的资助。

参考文献

教育部办公厅(2004)。《关于加强普通高等学校毕业论文工作的通知》。北京:教育部办公厅。
樊崇艺、罗四维(2007)。毕业论文在线管理系统的设计与实现。《教育技术导刊》,2007(4), 36-37。

堵国樑、贺晋、冯旭(2008)。毕业论文在线管理系统的研究与实践。《中国教育信息化》,2008(3), 40-42。

湖南广播电视大学毕业论文管理平台。(n.d.). Retrieved 11 20, 2009, from <http://www.hnrti.com/default/>.

华东交通大学毕设(论文)管理系统。(n.d.). Retrieved 12 7, 2009, from <http://jwc.ecjtu.jx.cn:6060/Help/main.aspx>.

乔木毕业论文管理系统。(n.d.). Retrieved 12 1, 2009, from <http://www.jumu.com/portal/a/50.shtml>.

先极毕业论文智能管理系统。(n.d.). Retrieved 12 7, 2009, from http://www.changedu.com/chanpin/cp_bysx.html.

清华大学教育技术研究所。(n.d.). Retrieved 11 10, 2009, from <http://www.theti.org>

兩種教學方法下學習態度、學習動機與認知負荷關係之研究

A Research on the Relationship between Learning Attitude, Motivation and Cognitive Load under Two Instructional Strategies

褚懿琳、陳藝康、張立明

澳門大學教育學院

{ma85944,ma85950,lmzhang}@umac.mo

【摘要】 本研究意在探討，在使用 PG_Lab 輔助教學的兩種教學方法下，學生的學習態度和動機對學習結果和認知負荷的影響。結果發現，學習態度影響測驗成績和某些維度的認知負荷，教學方法和學習動機沒有影響。本研究給予的啟示是，由外在因素（如教學方法）所引起的認知負荷不能獨立於學習者因素（如學習能力，態度或動機）進行考慮。只有將學習態度和動機也納入考慮才能獲得更好的教學效果。

【關鍵詞】 認知負荷;學習態度;學習動機;能力;教學方法

Abstract: This study aimed at investigating the effects of attitude and involvement motivation on learning outcomes and cognitive load during mathematics performance under two instructional strategies using PG_Lab - learner-centered and teacher-centered. Results revealed learning attitude affected performance as well as some dimensions of cognitive load. But instructional strategies and learning motivation did not. These findings provided good insights that cognitive load imposed by external factors such as instructional strategies could not be considered independently from a learner's factors such as learning ability, attitude and motivation. Students' learning attitude and motivation were needed to be concerned with in purpose of gaining better instructional effects.

Keywords: Cognitive load, Learning Attitude, Learning Motivation, Ability, Instruction

1.前言

人類在加工任務過程中，任務會施加於學習者認知系統一種負荷，這種多維度的結構即認知負荷。認知負荷理論（Cognitive Load Theory, CLT）最早由澳大利亞新南威爾士大學的認知心理學家 John Sweller 於 20 世紀 80 年代提出，基於 Miller 等人的早期研究，認為認知負荷源於人類資訊加工容量的有限性：人類只能對有限數量的資訊進行同時加工，即認知資源是有限的。數學學習動機指激勵、推動學生學習數學的內部動力，直接關係到學生數學學習活動的水準、進程和效果。數學學習態度是學習者對數學學習對象的認知、情感與行為傾向。在非智力因素中，數學學習動機和學習態度等均影響學習效果（羅潤生，申繼亮和王孟成，2006）。學習態度、動機與成績呈正相關關係，均對學習成績有顯著影響。學習成績不僅受到學習動機的直接影響，還受到學習態度等因素的間接影響（王愛平和車宏生，2005）。

隨著現代科技的發展，學校教學已經不僅僅局限在傳統的黑板式教學；資訊科技與課程教學日益緊密結合，從而形成了更為直觀有效的多媒體輔助教學模式。在有資訊科技輔助的課堂中探討認知和非認知因素對認知負荷的影響，有利於解釋資訊科技的有用性；通過對認知負荷的影響解釋各因素對學習結果的影響。以往研究很少將學習態度、學習動機等非認知因素與認知負荷進行綜合探討。因此，本研究試圖通過對學習者數學學習態度、學習動機和認知負荷進行測量，探討在應用資訊科技的兩種教學方法下，學習態度和學習動機對學習結果和認知負荷的影響。一方面，對比以教師為中心和以學生為中心兩種資訊科技融入教學的方法是否存在顯著區別。另一方面，探討非認知因素對學習結果和測驗階段認知負荷的影響。研究假設兩種教學方法下學習態度與學習動機均顯著影響測驗成績與認知負荷，但教學方法對測驗成績和認知負荷可能不存在顯著影響。

2. 研究方法

2.1. 研究對象

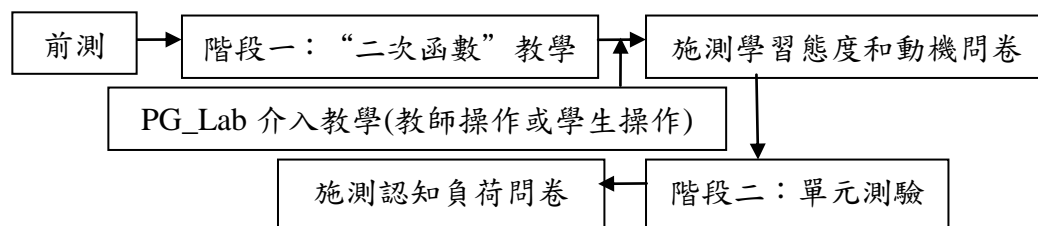
69 名澳門某中學初三學生，實驗組 35 名（男 20，女 15），控制組 34 名（男 18，女 16）。

2.2. 研究工具

研究選取“二次函數”為教學內容。數學學習態度與動機問卷採用吳明隆（2000）《SPSS 統計應用實務》一書中的“數學學習經驗問卷”中的部分。總量表信度（ α 系數）經研究者證明約為 0.82，信度較高；分量表及各維度也具有較高的信度（王愛平和車宏生，2005；羅潤生，申繼亮和王孟成，2006）。認知負荷問卷採用以 NASA-TLX 為雛形編制的中文版問卷。該問卷共有六個維度，分別是：（1）心理負荷；（2）生理負荷；（3）時間負荷；（4）難易程度；（5）挫折程度；（6）表現程度。整體信度達 0.86，除了時間負荷維度信度只有 0.45，其餘都達 0.7 以上。採用建構效度之因素分析分析結果顯著性因素負荷量均在 0.42 以上，故該量表具有良好的建構效度（莊謙本，黃議正，張德正和許碧珊，2007）。

2.3. 研究設計

PG_Lab 是一種以計算機為平臺的繪圖軟件，可以對解析幾何方程式進行圖形繪畫。作為實驗組的班級應用 PG_Lab 進行教學，學生有機會親自操作軟件。作為控制組的班級採用傳統方式進行教學，期間若需要應用 PG_Lab 輔助教學，則由教師控制。實驗組和控制組由同一名教師教學。教學時間持續兩周半。在教學進行期間，施測“數學學習經驗問卷”。在課程結束之後進行單元測試。測試過程不應用 PG_Lab。測試完成後，施測認知負荷問卷。具體流程如下圖：



圖像 1 實驗流程圖

3. 結果分析

3.1. 測驗成績

不同教學方法兩班學生上學期成績和前測成績不存在顯著差異（上學期成績： $t=-0.234$, $p>0.05$ ；前測成績： $t=-1.245$, $p>0.05$ ），表明實驗前兩班處於同一基線水準，具有可比性。測驗成績不存在顯著差異（ $t=0.928$, $p>0.05$ ），表明不同教學方法對成績的影響不存在顯著不同。成績分組和教學方法對測驗成績影響之方差分析發現，成績分組的主效應顯著（ $F=32.599$, $p<0.05$ ），表明上學期成績對測驗成績存在顯著影響。教學方法的主效應不顯著（ $F=3.241$, $p>0.05$ ），表明不同的教學方法對測驗成績並不存在顯著影響。成績分組和教學方法交互作用不顯著（ $F=1.154$, $p>0.05$ ），表明成績分組對測驗成績的影響不隨教學方法的不同而存在差異。教學方法、學習態度和學習動機對測驗成績影響之方差分析發現，學習態度的主效應顯著（ $F=8.593$, $p<0.05$ ），表明不同學習態度的學生測驗成績存在顯著差異。進一步進行多重比較，發現數學學習態度為積極的學生測驗成績顯著高於學習態度為消極（ $MD=18.833$ ）和中等（ $MD=14.328$ ）的學生。

3.2. 認知負荷

將教學方法和學習態度、教學方法和學習動機分別兩兩作為自變量，認知負荷為因變量，進行方差分析發現，教學方法和學習態度在“心理負荷”和“難易程度”這兩個認知負荷維度上存在顯著的交互作用(心理負荷: $F(2, 63) = 3.285, p < 0.05$; 難易程度: $F(2, 63) = 3.194, p < 0.05$)。教學方法和學習動機對認知負荷的影響不存在顯著的主效應或交互作用。進一步簡單效應檢驗發現，當教學方法為學生自主操作 PG_Lab，學習態度為消極的學生 ($M=7.333$) 比學習態度為積極的學生 ($M=5.111$) 在“心理負荷”這一維度上獲得更高的認知負荷。學習態度為消極的學生 ($M=12.222$) 比學習態度為中等 ($M=9.717$) 和積極的學生 ($M=8.000$) 在“難易程度”這一維度上獲得更高的認知負荷。

4. 討論

4.1. 測驗成績的影響因素

本實驗中的兩種教學法，當學習內容為“二次函數”時，不管對何種能力水準的學生，其輔助作用是相同的。學生操作 PG_Lab 比教師操作，從學生的角度來看，多了“軟件操作”這一動作。一方面，這可能增加學生的學習負擔。但另一方面，又可以視之為一種探索學習，學生通過自主操作，對“二次函數”特徵獨立分析，有利於深入理解。但本實驗中，這兩種教學方法最終獲得的教學效果是相同的。本實驗研究對象對 PG_Lab 的操作均較為熟練，結合研究結果可以認為學生獨立應用 PG_Lab 學習是可行的。換言之，學生操作 PG_Lab 學習“二次函數”，在操作熟練的前提下，並不增加額外負擔。實驗組中學生在學習過程中使用 PG_Lab，在測驗過程中缺失 PG_Lab，並沒有影響測驗成績。由於本實驗並未存在不使用 PG_Lab 輔助教學或使用 PG_Lab 進行測驗的參照組，因此不能證明 PG_Lab 對該章節學習的促進作用。在將來的實驗中，可以增設這樣的參照組，用以證明資訊科技輔助教學的有用性。

學習態度為積極的學生，比學習態度中等和消極的學生獲得了更高的測驗成績，這與前人的研究結果相同(王愛平和車宏生, 2005; 羅潤生、申繼亮和王孟成, 2006)。一方面，態度積極的學生很有可能具有較高的數學學習能力，因此獲得了較好的測驗成績。另一方面，也有可能是因為積極的學習態度導致其更加用心地解題，從而取得好的成績。但學習動機並未影響最終測驗成績，這與前人的結果有所不同。研究者發現，動機和表現存在倒 U 型關係，中等動機將獲得最好的表現。動機、心理努力(mental effort)和表現存在正相關關係，當學習者學習動機高時，將投入更多的心理努力，可能導致更好的表現成績(Paas, Touvinen, van Merriënboer, & Darabi, 2005)。但是在本實驗中，並未發現這樣的關係。一方面，學習動機對心理努力影響的主效應不顯著可能是導致這一結果的原因之一。另一方面，試想學習材料過於簡單或困難，即使學習者擁有較為合適的學習動機，仍可能獲得相同的學習結果，因為在這一情況下，問題難度的影響最大。認知負荷“難易程度”維度上的分析發現，不同學習動機的學生於該維度上的認知負荷是相同的，這說明不同學習動機的學生操作 PG_Lab 所感知的困難度是相同的。因此，導致學習動機與表現成績關係與前人研究結果不同的可能原因是，即使有 PG_Lab 的輔助，“二次函數”這一學習內容也過於困難。學生最終測驗成績的普遍較低也說明該學習內容的困難度確實較高。另外，本實驗與前人研究較大的不同在於資訊科技融入了教學。因此，也有可能是資訊科技的融入導致了學習動機對學習結果影響的削弱。

4.2. 認知負荷的影響因素

態度影響一個人對外界的感知，認知、情感和行為是態度的三要素。如果一個人認為數學是無用的，討厭它並缺少動機去學習，將很難將注意力集中在數學問題上。學習態度為消極的學生很有可能是注意力不集中，對數學問題沒有深入思考，從而對問題難度感知偏差。也

有可能是態度消極的學生數學能力就較低，因此覺得較為困難。但由於對自己能力沒有準確的把握，因此覺得自己有較好的理解和記憶。態度積極的學生很有可能更熟悉問題內容，更熟知問題的困難所在；能從自己的能力水準出發，更準確地評定自己對材料的掌握程度。因此，針對“二次函數”這一困難度較大的學習內容，態度較為積極的學生比態度消極的學生報告更少的理解和記憶。態度對認知負荷的影響只存在於實驗組中，當學生自主操作 PG_Lab，學生需要對軟件操作投入一定的注意力。這樣的學習相當於一種探索，學生通過操作進行解題，投入性更強，也因此使學生個體特徵與學習內容有更多的互動。這或許可以用以解釋為什麼態度與認知負荷的關係僅存在於實驗組中。另外，從這一方面可以確定，本實驗的兩種教學方法確實存在區別性。

學習動機對心理努力不存在顯著的影響，這可以用以解釋，為什麼學習動機對測驗成績沒有影響。因為即使是動機高的學生，心理努力也不一定高，因此無法獲得較好的學習結果。這裡的心理努力指的是學習者評定的問題困難度。有研究者將心理努力視為真正的認知負荷，在測驗階段測量心理努力發現，高水準者若要獲得較高的表現成績所需投入的心理努力比低水準者少 (Yeo & Neal, 2004)。學習動機與心理努力之間的關係，需在在將來的研究中結合學習者的能力進一步探討。

4.3. 對本實驗教學的啟示

研究者認為，測驗成績與心理努力之間的關係可以用以揭示學習者相關知識的多少，進而啟示教學者需要提供指導的程度 (Paas, 2009)。對普通組和實驗組分別進行測驗成績與心理努力的相關分析發現，相關係數均為負值 ($r_1 = -0.215$, $r_2 = -0.359^*$)。這表示，當心理努力高時，測驗成績卻是低的。在這種情況下，學習者的相關知識量是少的，教學需要提供更多的指導，以幫助學習者提高測驗成績。本實驗中兩組學生測驗成績的普遍偏低也間接說明，“二次函數”這一學習內容對學生來說困難度太大了，即使在 PG_Lab 的輔助下，也很難獲得較高的測驗成績。教師需要提供學生多一些指導以彌補學生相關知識上的不足，進而提高測驗成績。

5. 結論

- (1) 學習態度為積極的學習者將獲得較高的測驗成績
- (2) 當學生自主操作 PG_Lab，學習態度為消極的學生報告的理解和記憶程度更高
- (3) 當學生自主操作 PG_Lab，學習態度為消極的學生報告的困難度更高

參考文獻

- 羅潤生，申繼亮和王孟成(2006)。影響高中生數學學業成績的主因素分析。數學教育學報，15 (2)，57-60。
- 王愛平和車宏生(2005)。學習焦慮、學習態度和投入動機與學業成績關係的研究——關於《心理統計學》學習經驗的調查。心理發展與教育，1，55-59。
- 吳明隆(2000)。SPSS 統計應用實務，中國鐵道出版社，2001，66-68。
- 莊謙本，黃議正，張德正和許碧珊(2007)。認知負荷量表的設計——以高職基本電學為例。《認知負荷：理論與應用學術研討會》。台灣：佛光大學學習與數位科技學系。
- Paas, F. (2009). *The Role of Human Cognitive Architecture in the Transition from Guided to Unguided Learning*. Rome: CELDA.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., van Merriënboer, J. J. G., & Darabi, A. A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 25-34.
- Yeo, G. B., & Neal, A. (2004). A multilevel analysis of effort, practice, and performance: Effects of ability, conscientiousness, and goal orientation. *Journal of Applied Psychology*, 89, 231-247.

多媒體教學情景對學生「認知負荷」與「學習表現」影響之研究

The Affect's Factors of Student Cognitive Load and Learning Performance in Multimedia

Instruction Environment

陳藝康、褚懿琳、張立明

澳門大學教育學院

{ ma85950,ma85944,lmzhang }@umac.mo

【摘要】 本研究根據認知負荷理論為基礎，嘗試探討多媒體教學情景對學生認知負荷與學習表現之影響。首先，針對學習表現，我們嘗試從三個層面進行探討。這包括：任務表現、功課表現、以及後測表現；其次，針對學生的認知負荷，則包括了兩個層面：過程中的認知負荷與後測的認知負荷。在本研究中，獲得了兩項有趣的發現：(一)多媒體教學情景，能促進學生在學習過程中的表現；然而卻無助後測的學習表現、(二)多媒體教學情景，只能有助於某些學習題型。

【關鍵字】 認知負荷理論、多媒體教學情景

Abstract: In this study, we tried to investigate the relationship between cognitive load and student learning performance by basing on Cognitive Load Theory. There are three parts of learning performances we identified: Task-performance, Homework-performance and Test-performance. We measure the cognitive load twice--after task and after test. We found some interesting results in this study. Firstly, The MIE can improve student learning-progressive-performance, but there is no significant effect on the test-performance. Second, The MIE can help students to learn some lesson but not at all times.

Keywords: Cognitive load theory, Multimedia Instruction Environment

1.前言

2.1.研究緣起

在當代的教育研究當中，學習過程中的學習表現，成為了一個重要因子。針對這一點，認知負荷的理論學者也有所覺知，擺脫了前期研究只專注後測表現，而更多注意學生在學習過程中的情況(Van Gog, & Paas, 2008)。除了學習的表現之外，學生的認知負荷更能反映其在學習過程中的壓力程度，是為教育研究中重要的一個變項。因此，針對學生學習表現與認知負荷之間的研究，認知負荷理論(Cognitive load theory, CLT)可算是積聚了不少的經驗，(Sweller, 1994; Paas, Tuovinen, van Merriënboer, & Darabi, 2005; Ayres & Paas, 2009)。除此以外，認知負荷理論與多媒體學習的關係更是密不可分 (Mayer, 2006)。

2.2.認知負荷理論

根據學者 J.Sweller(2004) 為認知負荷理論所下的定義：「認知負荷理論實是一套整合之理論，認為人類的認知是來自於演化，並以此作為基礎延伸為教學的意涵與應用。」其次，認

知負荷共可分作三個部份，在這裡綜合了數位學者的研究成果（Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998; Paas, Renkl, & Sweller, 2003; vanMerriënboer, & Sweller, 2005；Sweller, 2007; van Gog, & Paas, 2008; Ayres, & Paas, 2009），並歸納為下文所示：首先，就內在認知負荷的定義而言，它是源於需要學習的訊息架構而來的，其本質取決於學習元素的互動程度。因此，元素互動性愈低即內在認知負荷愈低。其次，就外在認知負荷而言，其源於資訊被傳遞的呈現方式，它的本質取決於教學者的教學程序。因此，資訊的傳遞方式若能較適合於學習者，即外在認知負荷量愈低。再次，就有效的認知負荷而言，其源於合適的教學過程而來，其本質最決於基模的自動化與習得。因此，當教學能促進學習者習得與自動化基模，即其有效的認知負荷量愈高。最後，針對本研究而言，本文採用認知負荷為整體的觀念，較偏向外在認知負荷。研究目的如前文所述，在此不敘。而本研究的假設，則有下列三點：（一）、在排除前一學期數學課成績、前測之影響後，多媒體教學實驗組在學習過程表現優於控制組。（二）、在排除前一學期數學課成績、前測之影響後，多媒體教學實驗組在學習成績後測優於控制組。（三）、在排除前一學期數學課成績、前測之影響後，多媒體教學實驗組在認知負荷量後測優於控制組。

2.研究方法

2.1.研究對象

有關本研究的對象，為澳門某中學的高中二(初中五年)級學生，共 83 人，男生 43 人、女人 40 人，他們被非隨機抽樣分作實驗組與控制組。

2.2.研究設計

針對本研究個案，研究對象要進行為期兩週共 12 節課，學習單元有關橢圓。內容包括：橢圓的標準方程、橢圓的幾何性質、以及橢圓的參數方程。針對研究方法，根據 Campbell(1963)等人把準實驗研究法的分類形式，本研究採用了多重性時間系列設計，即把實驗對象分成控制組與實驗組，透過前中後測的比較來檢視研究過程中介入變項的效果。針對本研究的依變項，分別為過程中的學習表現、認知負荷、以及後測表現三者。有關兩組的區別，實驗組的教師與學生，主要透過動態幾何畫板(DM_Lab)來進行學習；相對於此，控制組則沒有任何實驗介入。有關各依變項的操作性定義，在這裡分段進行說明。（一）、學習過程的表現，共分作兩個部份：其一，任務表現，所有學生分別需要進行四次學習任務。內容與課題相關；其次，功課表現，所有學生都要在課後填寫與課題相關的作業，共 19 題。（二）、認知負荷的評估，採用 9 點量表，分別在任務、後測完成後填寫。問題為「你覺得該課題的難易程度為何？」，向度由「極度容易」到「極度困難」量表廣為認知負荷學者所採用，並證明其具有良好的信效度與可行性(Paas, 1992; Kalyuga, & Sweller, 2004; Paas et al., 2003; van Gog et al., 2008)（三）、後測表現，所有學生皆需在課堂最後一週，進行一次後測。

3.研究發現

3.1.學習過程中的表現

3.1.1 任務表現

針對任務表現研究發現，在排除前一學期數學課成績、前測之影響後兩組在學習任務的表現，並未達到統計上的顯著差異。 $F(2.23,160.61)=.873, P>.05$ 。

3.1.2. 功課表現

針對功課表現，首先，在排除前一學期數學課成績、前測之影響後，實驗組和控制組在功課表現中，並未呈現顯著差異。這些題目 1, $F(1,71)=1.52, P>.05$; 2, $F(1,71)=1.52, P>.05$; 4, $F(1,71)=3.379, P<.05$; 5, $F(1,71)=.023, P>.05$; 11, $F(1,71)=1.45, P>.05$; 12, $F(1,71)=.356, P>.05$; 13, $F(1,71)=.049, P>.05$; 14, $F(1,71)=.514, P>.05$; 16, $F(1,71)=.003, P>.05$; 17, $F(1,71)=.502, P>.05$; 18, $F(1,71)=.256, P>.05$ 。其次，在排除前一學期數學課成績、前測之影響後，實驗組和控制組在功課表現中，呈現統計上的顯著差異。題目包括：3, $F(1,71)=6.072, P<.05$; 7, $F(1,71)=16.079, P<.001$; 8, $F(1,71)=11.168, P<.01$; 9, $F(1,71)=10.104, P<.01$; 10, $F(1,71)=8.190, P<.01$; 19, $F(1,71)=13.74, P<.001$ 。最後，在排除前一學期數學課成績、前測之影響後，實驗組和控制組在功課表現中，呈現統計學上逆顯著差異的題目，包括：6, $F(1,71)=6.277, P>.05$; 15, $F(1,71)=5.439, P<.05$ 。

3.2. 認知負荷

針對認知負荷，本研究中採取了重複檢定來進行分析。在排除前一學期數學課成績、前測之影響後，實驗組和控制組在填寫任務時的認知負荷並未達到統計學上的顯著差異。 $F(2.89, 208.21)=1.470, P>.05$ 。其次，在排除前一學期數學課成績、前測之影響後。在後測時的認知負荷情況，實驗組($M=5.26, SD=.31$)高於控制組($M=4.85, SD=.28$)；然而，結果未達顯著差異。 $F(1,73)=.93, P>.05$ 。

3.3 後測表現

針對後測表現，本研究採用了單變量變異數分析來進行分析，在排除前一學期數學課成績、前測之影響後，實驗組($M=68.20, SD=2.04$)的分數低於控制組($M=69.32, SD=1.89$)；然而，卻沒有達到統計學上的顯著差異。 $F(1,74)=.161, p>.05$

4. 結論

根據分析結果，本文得出以下的結論：(一)在任務表現上，兩組之間並沒有呈現差異(二)在功課表現上，實驗組較優於控制組(三)在認知負荷上，兩組之間並沒有呈現差異(四)在後測表現上，兩組之間並沒有呈現差異。針對研究個案，多媒體學習環境確實能促進學生在過程中的學習表現；然而，在任務、認知負荷、以及後測表現上，卻沒有太明顯的助益。研究者嘗試為上述的研究發現，找出原因：首先，針對學習任務而言，兩者學生的完成率皆超過90%。根據認知負荷理論，兩組所以未構成差別，或出於元素互動性過低所致。同樣的道理，或可作為認知負荷、以及後測表現未能構成差異之理據。其次，針對功課表現而言，或可分作兩部份進行解釋：(一)逆顯著的題目分別為題6與題15，而該兩項題目皆為標準方程中，有關焦點距離的運算；(二)實驗組高於控制組的題目，分別為題3、7、8、9、10、19；題3、8、9、10皆與橢圓繪圖相關；題7及題19則為總結性題目，元素互動性較高。研究結果，正與認知負荷理論的理論假設，不謀而合。最後，根據研究個案的發現，多媒體教學情景實有助於學生在過程中的學習；然而，卻對任務的表現、認知負荷的降低、以及後測表現並沒有太明顯助益。可能解釋的原因，或受限於題目的元素互動性過低、又或課堂內其他混淆變項影響所致。其次，多媒體學習情景，不同題型的效果皆有不同。根據研究個案，偏向方程式直接代入的題目，採用多媒體的教學情景，或未能收到預期效果；而針對繪圖，以及元素互動性較高的總結性題目，多媒體的教學情景實能促進學生的學習效果。

參考文獻

- Ayres,P.(2006). Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems.*Learning and Instruction*, 16, 389-400.
- Ayres, P. ,&Paas,F.(2009). Interdisciplinary Perspectives Inspiring a New Generation of Cognitive Load Research. *Education Psychology Review*, 21,1-9.
- Brunken,R. ,Plass,L.J. ,Leutner,D.(2003). Direct Measurement of Cognitive Load in Multimedia Learning.*Educational Psychologist*, 38(1), 53-61.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). Quasi-Experimental Designs. In *Experimental and Quasi-Experimental Designs for research* (pp.34-61). Houghton Mifflin Company Press.
- Kalyuga,S. ,Ayres,P. ,Chandler,P. ,&Sweller,J.(2003). The Expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23-31.
- Kalyuga,S. ,&Sweller,J. (2004). Measuring Knowledge to Optimize Cognitive Load Factors During Instruction. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 558-568.
- Mayer, R. E. (2005). Introduction to Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 1-16). England: Cambridge University Press.
- Paas,F.(1992). Training Strategies for Attaining Transfer of Problem-Solving Skill in Statistics: A Cognitive-Load Approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429-434.
- Pass,F. ,Renkl,A. ,&Sweller,J.(2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1-4.
- Paas,F. ,Tuovinen,J.E. ,Tabbers,H. ,Van Gerven.P.W.M.(2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63-71.
- Paas,F. ,Tuovinen,J.E. ,&van Merrienboer,J.G. ,&Darabi,A.A.(2005). A Motivational Perspective on the Relation Between Mental Effort and Performance: Optimizing Learner Involvement in Instruction. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 25-34.
- Sweller,J. ,&Chandler,P.(1991). Evidence for Cognitive Load Theory. *Cognition and Instruction*, 8(4), 351-362.
- Sweller,J. ,van Merrienboer,J.G. ,&Paas,F.(1998).Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Van Gog,T. ,&Pass,F.(2008). Instructional Efficiency:Revisiting the Original Construct in Educational Research. *Educational Psychologist*, 43(1), 16-26.
- van Merrienboer,J.G. ,&Sweller,J.(2005)Cognitive Load Theory and Complex Learning:Recent Developments and Future Directions. *Educational Psychology `Review*, 17(2), 147-177.

互動式電子白板運用於中年級數學領域幾何概念教學之研究~以圓與角為例

Integrate Interactive WhiteBoard into elementary math teaching

李曉萍、賴阿福、楊政穎

台北市立教育大學資訊科學系

郵件信箱：AA1200@mail.kl.edu.tw, lai@go.tmue.edu.tw, cyang@tmue.edu.tw

【摘要】本研究的目地在探討運用互動式電子白板進行數學領域幾何概念的圓與角單元課程教學，對於三年級 102 位學生的數學學習成效與學習態度所形成的影響、並了解 51 位實驗組學生對使用電子白板上課的看法。本研究採用行動研究的模式，以錄影觀察、數學概念測驗試卷、態度問卷與訪談等方式，蒐集量化與質性相關資料，作為三角檢核依據。

【關鍵詞】互動式電子白板；數學教學；幾何概念；圓；角

1. 研究動機與研究目的

數學是科技的基礎，而資訊則是科學的應用，但學生在學習數學時容易顯得沒有興趣，甚至會出現排斥或害怕的心態（戴寶蓮，1991），而學習資訊課程時卻是充滿了興趣，如果可以運用科技來進行數學學習，應該會讓學生覺得更加有趣與更有信心（莊一凡、陳光勳，2004）。

依據過去許多與資訊融入數學教學相關研究中可以發現，研究者多是採用 Flash、自製簡報、動態幾何 GSP、按按按與數學簡報系統（MathPS）等方式實施資訊融入教學，這樣的方式雖然能夠提升學生的學習成效與改善學習態度，但容易受到設備、資訊能力與時間種種的限制，因此資訊科技在數學教育的應用比例上，與其他學科相比仍屬偏低的狀態。

我國自九十六年度起，投入大量的經費提供各縣市的學校購置互動式電子白板，該設備具有畫記、書寫、可累積素材庫、照相機（錄影）、教學影片匯出、及特殊功能（如放大/縮小、聚光燈、拉幕）等各項功能，可以大幅降低了學生使用資訊媒材學習所需具備的資訊能力，並可以進一步增強教師、學生與教材三者間的互動，以達成教學e化與師生間的互動性提升的目標（林儀惠、張正杰、郭伯臣、楊智為，2008）。

因此，本研究之研究目的如下：

- 一、探討學生運用互動式電子白板進行學習，對數學學習成效的影響。
- 二、探討學生運用互動式電子白板進行學習，在數學學習態度的影響。
- 三、探討學生對於運用互動式電子白板進行數學課程學習的看法。

2. 研究工具

本研究運用行動研究的模式，將三年級四個班級共計 102 位學生分成兩組，分別使用互動式電子白板與傳統教學法兩種不同數學教學策略，由研究者校內包含研究者在內的四位中年級導師擔任各班級數學課程教學者，在各班級進行 5 節課的教學活動，採用錄影觀察與師生半結構式訪談的質性觀察為主，以學生概念檢測試卷、學生態度問卷（整體信度為 0.921）與電子白板使用態度問卷之測試結果作為輔助研究之量化資料，進行相關的研究。

3. 研究結果與討論

3.1. 運用互動式電子白板融入數學領域對學生學習成效的影響

將設有 28 題內容概念測驗試卷，以每題一分的方式進行統計，實驗組平均數為 21.69 高於控制組之 20.67，進行獨立樣本 t 檢定，檢定結果 p 值為 0.07，大於 0.05，表示兩組未達顯著差異，意即運用互動式電子白板融入數學領域圓與角單元，未能提升學生數學學習成效。

3.2. 運用互動式電子白板融入數學領域對學生學習態度的影響

採用五等量表的方式，非常同意為 5 分到非常不同意為 1 分，進行分數統計，針對前後測填答結果進行四項成對樣本 T 考驗，如表 3-2-1：

3-2-1 實驗組與控制組學習態度後測-前測成對樣本檢定結果

	整體(35 題)		動機(11 題)		信心(12 題)		焦慮(12 題)	
	平均數	顯著性	平均數	顯著性	平均數	顯著性	平均數	顯著性
實驗組	9.922	.000*	4.373	.000*	1.490	.103	4.059	.002*
控制組	-.627	.786	.039	.965	-.294	.717	-.373	.741

*p<.05

由此可知，對實驗組學生而言各項均有正向的提升，其中，動機、焦慮及整體表現等面向均達顯著水準，而傳統教學組則沒有顯著的差異，由此可知運用互動式電子白板融入數學領域，確實可以提升學生的數學學習態度。

3.3. 學生對於運用互動式電子白板進行數學課程學習的看法

問卷的設計採用五等量表方式，以 5 分表示非常同意，1 分表示非常不同意，針對 51 份有效樣本進行統計，以了解實驗組學生對電子白板運用在數學領域教學的看法，除了部分試題出現高低成就學生出現歧異性的看法外，其他試題有約 80% 以上的學生持正向態度，同時有 98.04% 學生喜歡老師運用這樣的方式上課。

由此可知，對大部分學生而言，這樣上課的方式可以達到吸引目光的目的，並經由實際的操作，獲得知識與經驗，提供一種具體化的方式進行概念的學習與觀念的澄清，確實可以提升學生的學習興趣或改善數學學習的態度。

4. 結論與建議

互動式電子白板對於學生進行數學領域的學習是有正向的幫助的，在學習成效上，雖然未達顯著結果，但實驗組的學生平均比控制組的學生還高。在學習態度上，可以顯著的增加學習動機與降低學習焦慮。學生對於教師使用電子白板進行教學，絕大部分抱持肯定的態度，但對互動式電子白板應用教學所能帶來的效果其呈現方式，呈現多元化選擇，但相同的是學生對於能夠自行操作有一定期待，可見，互動式電子白板如果可以提高學生參與操作的人數，讓每個學生可以藉由操作發表自己的想法，就可以進一步檢驗學生的思考方式，提供修正的方向，也會讓學生更有興趣進行數學課程的學習，進而提升學習成效。

參考文獻

- 林儀惠、張正杰、郭伯臣、楊智為(2008)。互動式電子白板在國小數學教學之探討-以五年級面積單元為例。發表於台北市立教育大學主辦：互動科技在教學之應用與趨勢國際研討會。
- 莊一凡,陳光勳.(2004).國小教師實行資訊融入數學科教學現況調查分析之研究.國立臺北師範學院學報,17(1),1-24.
- 陳惠邦(2006a)。互動白板導入教室教學的現況與思考。台北市主辦：全球華人資訊教育創新論壇,2006.12.19 宜蘭。
- 戴寶蓮.(1991).讓數學教育的根更紮實--談國小低年級數學科教學.教與學,23,頁 20-24.

國小六年級學童在動態多重表徵視窗環境下比例解題補救教學之個案研究

The Case of 6th Graders for Remedial Instruction of solving Proportion Problems in Dynamic

Multiple Representations Computer Environment

謝哲仁

國立臺南護理專科學校

邮件信箱：chejenhsieh@mail.ntin.edu.tw

李慶志

台南市和順國小

邮件信箱：lichijyh@yahoo.com.tw

【摘要】 本研究選取一位學生為研究對象。補救教學前，個案學生不瞭解比例式意義，且過度使用比例公式求解，更無法運用多重表徵進行解題說明。補救教學後，結果發現使用電子白板和 GSP 所設計出的動態多重表徵的比例情境活動，不僅讓個案學生對於比例式更為瞭解，更易於掌控兩變量之間的線性關係，同時更能善用多重表徵進行解題和驗算，提高解題之正確率，更提升個案學生的學習慾望。

【关键词】 比例問題；多重表徵；電子幾何板

Abstract: One of 6th graders was chosen as study subject. In pretest, the student was not able to understand the meaning of proportion formulas and overuse them to solve the problems. The participant neither exploit of multiple representations to solve the problems nor to explain his action. The dynamic multiple presentations of IEW and GSP did help the student not only to understand the proportion formulas more clearly, but also to reason relationships of two quantities variables better. He made good use of multiple representations to solve the problems, and advanced the accuracy of checking. Furthermore, it raised his learning motivations as well.

Keywords: proportion problem, multiple representations, GSP computer remedial instruction

1.前言

本研究由學生使用電子白板，在 GSP 電子幾何板軟體所設計的動態視覺化比例教學教材中，藉由學生操作建構，透過動態的視覺連結圖片、表格、座標圖、數值、文字、符號等多重表徵的連結，將抽象的概念具像化，以深究個案學生在此環境中，其比例問題的錯誤原因和表徵能力的發展，並了解其學習助益、學習態度與反應。

2.文獻探討

本研究採取 Sfard (1991) 的概念發展理論來安置學生的比例多重表徵的層次。她推論在概念發展的過程中，可以瞭解操作性概念先於結構性概念，而結構性概念層次高於操作性概念。並將計算操作轉換至結構物件的概念形成過程分為三個階段：(a)內化 (interiorization)、(b)沈澱 (condensation) 及(c)具體化 (reification)。

3.研究方法

本研究中選取一位國小六年級學生進行五次比例教學課程，並於教學實驗前進行前測。針對個案的錯誤類型，設計五種不同比例情境進行教學實驗課程。課程結束後進行後測，探究個案學生在此動態電腦輔助教材下學習，其比例概念與表徵能力改變為何。

表 1：比例數學要素在電腦環境圖示:提升比感(比例五種情境教學範例圖示)

比例情境	比例交換情境	比例組合情境	比例部份與整體情境
電腦教材圖示			
比例情境	比例內涵量情境	比例放大與縮小情境	
電腦教材圖示			

4.結果分析與討論

表 2 個案教學前後比例情境未知數求解法表

問題情境	交換問題		組合問題		部份與整體問題		內涵量問題		放大與縮小問題	
測驗時間	前測	後測	前測	後測	前測	後測	前測	後測	前測	後測
物件圖解法	△	0	□	0	△	0	X	0	□	0
表列法	△	0	△	0	△	0	△	0	△	0
比例公式法	□	0	□	0	□	0	□	0	□	0
正比例圖法	X	△	X	△	X	△	X	△	X	△
未知數列式	X	□	X	□	X	□	X	□	X	□

比例表徵能力：「O」物化層次；「□」壓縮層次；「△」內化層次；「X」迷失概念

表 3 個案學生比例問題前後測的解題方式比較表

解題方式	圖解法	表列法	比例式法	正比例圖解法	代數法
前測					
後測					

錯視效果輔助國小六年級歐普藝術課程學習效益初探

A preview of learning Optical Art with visual illusion in the six grade of elementary school

王曉璿

國立台中教育大學數位內容科技學系

hswang@mail.ntcu.edu.tw

黃昭儒、林建伸

國立台中教育大學數位內容科技學系碩士專班

wolveshuang@gmail.com , jianns.frog@msa.hinet.net

【摘要】本研究主旨在探討以電腦繪圖輔助錯視效果運用在歐普藝術教學創作上的可能性。本研究主要應用文獻分析法進行相關理論探討，同時應用系統教學設計法針對錯視效果理論結合電腦繪圖應用於歐普藝術內涵進行教學系統設計。本研究之目的如下：(1) 破除傳統教學現場對於視覺藝術經常強調的「形」技巧訓練迷思，提出純粹的顏色亦能與人產生共鳴的可能性。(2) 透過系統化教學以建立學生對比色的概念。(3) 對於當今藝術與人文領域視覺藝術教學現場提供一個值得參考實行的方案。

【關鍵詞】 歐普藝術、錯視、photoshop

1.前言

在過去的年代中，藝術創作和電腦科技似乎是兩個完全不相干的領域，一提到藝術創作，總讓人聯想到感性、直覺與創新；但是提到電腦科技時，人們腦中所閃過的念頭不外是0、1的世界，邏輯性的程式語言，不斷更新的軟體版本與硬體規格，要將這兩樣看起來背道而馳的領域結合起來，可能性可以說是微乎其微。但是拜人類對於知識與科技不斷的求新求變之賜，在二十世紀中葉，漸漸的有藝術家將日常中常見的幾何元素融合到創作的作品中，並且獲得相當大的迴響，引領了另一波抽象的藝術風潮，而歐普藝術（optical art）也從那個時候開始，慢慢的廣為人們所熟悉。時至今日，在許多的商業設計上仍然可以看到歐普藝術的影子存在，例如：黑白交錯的方格布料，白底黑點或是黑底白點的衣飾配件，往往在人群中能很快的便能抓住其他人的注意力。

環顧目前藝術與人文領域課程中，對於像歐普藝術這一類抽象的創作似乎比較少見，因此激發了筆者想要運用心理學上錯視效果的理論，搭配繪圖軟體的輔助，創造屬於兒童自己的畫作，並且從中學得色相對比的概念，希望兒童在上完這一門課之後能夠對於歐普藝術有比較深一層的認識，也能對於顏色的搭配有更深一層的瞭解，為往後的藝術創作奠下更深一層的基礎。

2. 歐普藝術應用於國小藝術與人文課程

「歐普藝術」(Op Art)，也就是 Optical Art 的縮寫，原意是「視覺的藝術」，興起於 1960 年代的歐洲，盛行於美國紐約。主張追求造形和色彩的純粹感覺，排斥一切自然再現的形象；使用黑白對比或強烈色彩的幾何抽象，加以組合排列，使觀者的視覺受到激烈的刺激而產生律動、顫動、錯視空間或變形等幻覺的藝術，並以平面的圖案設計卻可以達成人類視覺上有三度空間感的立體感。代表作家有艾伯斯(Albers)、瓦沙雷利(Vasarely)、萊利(Riley)等(黃睿友，2006)。

此類型藝術作品表現形式在當時是前所未有的，所以特別受到矚目，也曾經被大量使用在商業設計上，諸如：服裝、布料以及室內設計上之重複圖案設計，甚至包含書籍封面與海報設計等等，都曾經造成一股旋風(李美惠，2004)。歐普藝術對於「光」與「色」的運用淵源於塞尚(Paul Cezanne)、秀拉(Georges Seurat)、馬奈(Edouard Manet)等作品中所顯示的光與色彩科學原理。承接新印象主義畫家秀拉的點描繪光譜顏色中的科學性分色及視覺混合技法，創出與自然光線中閃爍、顫抖之現象所相似的極明亮的燦爛的效果(郝道琦，2005)。因此透過歐普藝術中強調色彩對比運用的觀念，融入國小藝術與人文課程的視覺藝術教學，並經由適當教學設計，應當會對學生知覺色彩的對比關係建立，有積極輔助的效益。

日常生活中，在一般情況下，人們有時會將訊息判斷錯誤而不自知，例如：色彩的偏色、遠近立體感的效果或形狀大小之改變等等，而錯誤訊息有時會令人有意想不到的效果，在日常生活中，色彩的錯覺應用如：魚販將魚肉置放在深綠色荷葉中，使魚肉看起來更鮮紅的效果，或是黑人牙膏廣告以黑人的黑色皮膚襯托出牙齒的潔白效果等(李美惠，2004)。歐普藝術也廣泛的運用在時裝造型上，在 20 世紀 60 年代因紡織技術和印花水平的提高而被大量應用在時裝設計中。60 年代以前，布料上的織紋圖案僅限於蘇格蘭格紋、千鳥紋和人字紋等傳統織紋。60 年代，繽紛亮麗的歐普風格服飾正式問世，掀起時尚界的革命。在 2000 年的秋冬季，時尚界更吹起 60 年代復古風，此一季少不了的就是印花，然而棋盤格紋、不斷延伸重複的圓形、方形幾何圖案和條紋等常見的手法，都成了設計師表現的要點。利用刻意變形、重疊、放大縮小、色彩的高度反差，去營造出特殊視覺效果，可突顯穿著者的個性和品味。歐普印花圖案所產生的視覺錯覺只要運用得當，就可以成功達到修飾、雕塑凹凸身材的目的。(曾雅萍、黃威達，2007)。色彩的強烈對比，點、線、面因為形與色的交互作用，使我們的生活中常常能感受到錯視效果的影子。

3. 結論

實際在教學現場，教師應該面對與解決的問題則應該是：重新檢視低中高年級的縱向連結，避免教學重疊的情況發生；針對學校內部以及社區周遭環境的特色，設計合宜的藝術與人文領域課程；以學生為主體，發展適性的藝術與人文領域主題；重新思考人文與藝術領域的本質與視覺藝術教學之間的關係；在教學活動中提供多元而豐富的媒材讓學生探索認識；在課程設計時考慮到將分段能力指標確實融入教學活動中。以改善當前人文與藝術領域課程上的問題，破除藝術與人文領域的教學活動實施上的迷失。

基于通讯技术的数字校园移动 OA 系统初探

The Preliminary Study of the mobile OA System for digital campus based on the mobile telecommunication technology

白凤翔、段昕

云南师范大学

{baifx01, duanxin}@ynnu.edu.cn

查冲平

曲靖师范学院

xyzhcb@gmail.com

【摘要】 OA（办公自动化）系统是数字校园建设的一个重要部分，本文结合工作实际，提出基于移动通讯技术的办公自动化系统的基本框架，对高校的数字校园建设有着很好的指导意义。

【关键词】 数字校园、办公自动化、移动通讯

Abstract: The Office Automation (OA) System is a important part of Digital campus, This paper Combined with the author's work experience,. It has a very good guide for the digital campus in colleges.

Keywords: Digital campus, Office Automation, mobile telecommunication

1. 前言

学校办公自动化(Office Automation, 简称 OA) 是指所有的管理部门人员以校园网络为物理基础，以应用软件为支撑平台，实现办公活动的自动化，最大限度地提高办公效率和改进办公质量，其重要地位显而易见，属于现有的无线通讯技术的不断发展，特别是 3G 技术的应用，通过移动电话作为处理终端的移动 OA 系统已经开始崭露头角。

云南师范大学地处我国边疆，整个经济文化等方面均落后于发达省份，就我校整体搬迁昆明呈贡新校区之机，率先进行数字校园的建设，笔者就主持云南师范大学的数字校园建设工作的便利，在我校现有的 OA 系统基础上，对基于通讯技术的数字校园移动 OA 系统作简要的论述和交流。

2. 基于校园网的 OA 系统的构架和基本内容

目前，OA 的运行模式是依赖于校园网基础网络，OA 系统主要包括办公日程、日常公文处理、信息报送、信息发布、会议安排、校内邮件等模块，基本涵盖相关的行政业务，为学校各级教学、行政及管

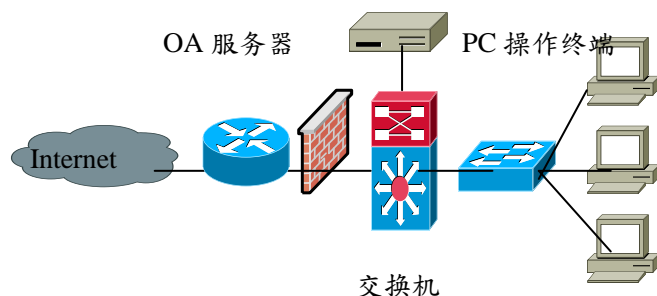


图 1: 校园网 OA 系统结构图

理人员提供了一个开放、便捷、先

进的信息化办公平台，实现高校办公自动化，其基本的网络拓扑如图像 1 所示。

3. 移动技术和校园网互联的 OA 系统的构架和基本内容

在现已有的校园 OA 系统的基础上，将移动通讯技术应用到 OA 系统中，移动 OA 以学校各级管理部门以及有关办公人员进行日常办公事务出发，结合移动平台，利用手机终端等无线上网设备，把办公自动化延伸至移动终端，构成一种互联网和通讯网有机结合的环境，极大的提升了大学校园的办公自动化水平。

3.1 系统架构

移动 OA 必须和现有的 OA 系统互联，可采用 J2EE 技术架构，使用 Web Service 和 XML、OTA、WAP、移动定位等技术整合与集成各种应用系统，基本结构图如图像 2。

3.2 基本功能

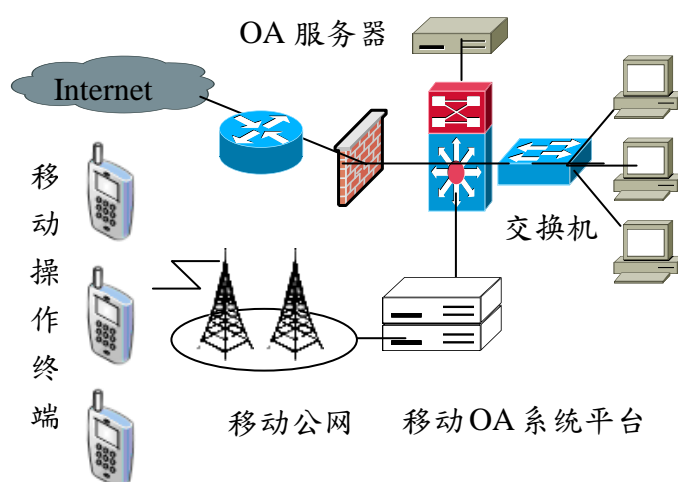
移动 OA 以手机的便捷为特点，基本实现功能如下：

公文流转：可在手机端和 PC 端实现公文到达提醒、公文催办提醒、公文浏览、公文签署、公文发送等。

通知公告：管理人员可及时发布通知、公告信息，客户端通过短信接收。

即时通讯：类似腾讯、飞信等即时通讯工具，可同时在 PC 端、手机端进行多人即时信息通讯、文件传输等。

系统管理：进行密码修改、权限管理、系统升级、管理设置等操作。



图像 2: 移动 OA 系统结构图

3.3 系统模块

通信接口模块：实现短信、彩信、WAP 等的发送、接收和通信连接。

移动办公接口模块：完成移动办公的公文浏览、工作联系等，通过此接口把所有能够延伸到手机终端处理应用的信息延伸到手机终端。

系统管理模块：负责整个系统的综合管理，实现权限管理、用户管理、日志管理等。

3.4 系统安全

数据安全，操作安全性由网络登录验证、数据库登录验证、应用管理模块使用验证三级组成，同时在数据传输、存储、备份恢复等过程中保证数据的高度安全性。

身份认证，用户访问移动 OA 平台时，务必确保合法用户使用，主要有几种认证方式：

1、用户和移动终端之间的认证：使用移动终端时都要求输入终端登录用户名和口令。

2、用户/移动终端与移动数据传输网络/接入平台之间的认证,确保不会有未经许可的用户和设备从公共平台接入到移动信息应用平台中。

3、用户与移动信息应用平台之间的认证：用户访问移动信息应用平台的业务系统时，也必须标识自己的身份，由中心管理平台认证用户身份并确定用户访问权限及授权数据。

手机终端加密，用户第一登录手机终端程序确认使用后，服务器端程序在数据库里将对其进行绑定，否则无法使用。

文件加密，包括文件在网络中的传输加密和解密和存储在本地临时文件的加密。

4. 结束语

构建高校的移动办公自动化系统是数字校园建设的重点之一，也是一个发展趋势。

参考文献：

白凤翔等 《云南师大数字校园建设规划》2006.8

李玲玲 基于数字化校园的办公自动化系统的研究《电脑知识与技术》2009 5(3)

万永敏 张 宁 基于数字化校园网的办公自动化系统研究《南京工业大学学报(社会科学版)》2007(03)