



Outdoor Natural Science Learning with an RFID-Supported Immersive Ubiquitous Learning Environment

Educational Technology & Society, 12 (4), 161–175, 2009.

Tsung-Yu Liu, Tan-Hsu Tan and Yu-Ling Chu

科 目：論文研討

老 師：郭育政教授

報告學生：李麗美

Modified by Yu-Chen Kuo

大綱

- 摘要
- 介紹
- EULER
- 評估
 - 參與者
 - 設備
 - 實驗方法
 - 課程設計
 - 學習活動
 - 結果與討論
- 結論
 - 課程學習結論
 - 未來研究方向

摘要

- 在戶外教學上mobile learning system 之限制
 - 無法即時獲得背景相關(context-aware)之內容，如古蹟、頻危動物棲習地、地質景觀
- 方法：以EULER方式教學實驗
 - EULER (environment of ubiquitous learning with educational resources)
 - RFID (radio frequency identification)、AR (augmented reality)、the Internet、ubiquitous computing、embedded systems、and database technologies
 - 參加人員：台北市教育大學附屬實驗小學學生及老師
 - 地點：關渡自然公園
- EULER幫助老師授課及培養學生採用資訊科技能力以增進學習

介紹

- 多媒體越來越常運用於課堂上
- 戶外教學被廣泛使用在台灣小學
 - 隱藏問題：
 - 老師對專業知識和適當的教學計畫的缺乏
 - 結果：快速和隨意觀測
- 以上說明資訊科技在教學上的應用，越來越有發展

資訊科技應用於學習上之演進

- E-learning
 - 數位資料存取、多媒體
- M-learning(mobile learning)
 - 流動性、靈活性和即時存取
 - 在任何地點或時間
- U-learning(Ubiquitous learning)
 - 增加依學生不同之背景(年級、地點...)產成適當的回應結果

U-learning特點

- 永久性(Permanency)
- 可及性(Accessibility)
- 即時性(Immediacy)
- 互動性(Interactivity)
- 情境(Situation)
- 安靜(Calmness)
- 適應性(Adaptability)
- 無縫性(Seamlessness)
- 身臨其境(Immersion)

背景感知(context-aware)

- 特色
 - 視使位置、人員、對象而改變(Schilit, Adams, and Want, 1994)
 - 使用者與應用程序依人、位置或對象產生不同的互動結果(Dey, 2001)
- 背景感知技術
 - 紅外線、全球定位系統 (GPS)、藍芽、RFID技術、Zigbee 技術及WLAN等可提供位置服務
- RFID (radio frequency identification)
 - 包含讀取器、天線和標籤
 - 讀取器發送信號，透過天線到一個標籤。這個信號提供了少量的電力來激發標籤，將標籤內部的代碼傳送給讀取器

虛擬實境

- 虛擬實境技術種類(Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994)
 - 全部虛擬
 - 周邊環境完全數位化
 - 增強虛擬(AV：augmented virtuality)
 - 擴充虛擬（影音），實物嵌入到虛擬上
 - 增強實境(AR：augmented reality)
 - 數位物件嵌入到實際環境
 - 全部實境
- 虛擬實境創造身臨其境學習經驗 (Whiteside, 2002)
 - 激勵學習者在認知上、情感上及身體上的熱誠

無所不在學習未解決議題

- 議題1：在戶外學習，如何實現類博物館 (museum-like) 的學習經歷？
- 議題2：如何整合學習目標和教學資源，來傳送豐富的學習經驗給學生，從而激發學生學習動機，提高學習效果？
- 議題3：如何讓學生尋找、收集、分享和編輯資訊，使獨立和合作式的學習目標可以實現在戶外學習上？
- 議題4：在學習活動中，如何培養學生的獲取和分享知識、解決問題、創意合作的能力？

The effects of computer-based learning environments (1)

- Webster & Hackley, (1997)
 - 有品質、可靠且易用的資訊技術影響學習成效
 - 最有效率的學習應該包含豐富媒體、學生與老師的互動及老師教導正向思考態度
- Piccoli, Ahmad, and Ives (2001)
 - 學生具有正向思考態度來使用科技，將讓他們在虛擬學習環境中，有較佳的表現
- Leidner and Jarvenpaa (1995)
 - 在一個合作學習的模式中，利用科技來提升彼此通訊與互動能力，對開發高思考技巧與建構概念知識是有效的
 - 電腦可以提供學習者類似真實世界的情境

The effects of computer-based learning environments (2)

- Wells (1990)
 - 利用科技來提升參與者的溝通能力，對於課程設計強調討論、腦力激盪、問題解決能力、合作能力意見反應等是相當適合的
- Milheim and Martin (1991)定義的三種學習控制
 - 學習進度控制：指速度，如課程主題介紹速度
 - 學習順序控制：課程主題介紹的順序
 - 學習內容的控制：學習者可省略已經熟悉的內容主題的能力
- Merrill (1994)
 - 提供學生一些課程單元控制，可提高學習環境的效益與效率

The effects of computer-based learning environments (3)

- Webster & Hackley, (1997)
 - 互動教學型態是對學習成果是正相關的
- Piccoli, Ahmad, and Ives (2001, p. 404)
 - 所謂互動為“接觸程度與教育上的交流在學習者間與學習者和教師間”
- Piccoli, Ahmad, and Ives (2001)
 - 學生在高度互動的教學，可以減少孤立挫折、焦慮和混亂，並取得積極成效

以EULER學習模型

- 以往的研究顯示：學習模式影響學生的學習成效
- 本研究探討經由使用EULER，如何利用資訊技術、互動、學習控制，和學習模型以提高戶外自然科學的學習

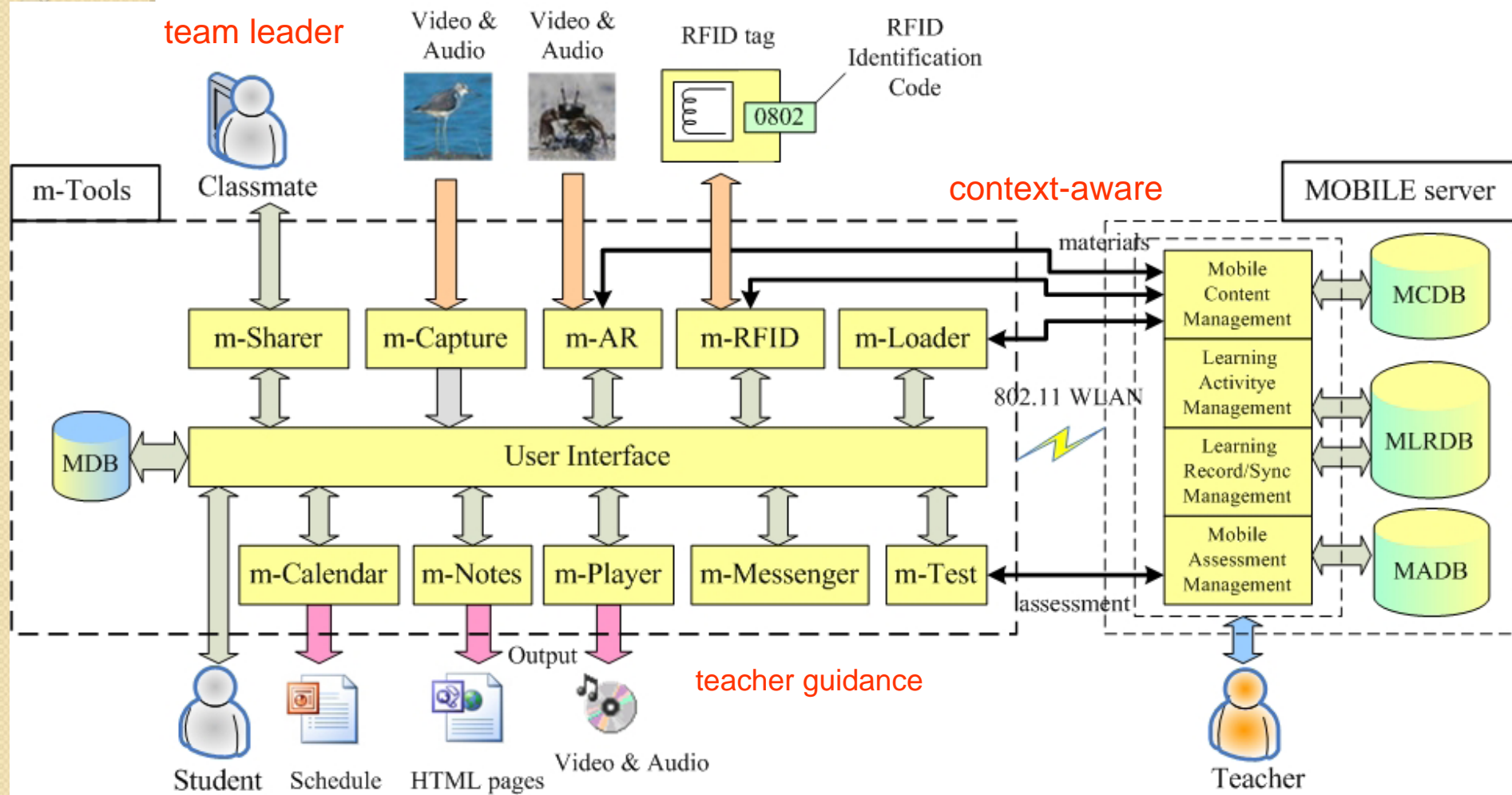
EULER(1)

- EULER(environment of ubiquitous learning with educational resources)
 - 在地教育資源上的無所不在的學習環境
 - 採用RFID技術、網路、無線技術、增強實境(AR)、嵌入式系統和資料庫技術
- 特點
 - 永久性(Permanency)
 - 可及性(Accessibility)
 - 即時性(Immediacy)
 - 互動性(Interactivity)
 - 情境(Situation)
 - 安靜(Calmness)
 - 適應性(Adaptability)
 - 無縫性(Seamlessness)
 - 身臨其境(Immersion)
 - 個別性(Individuality)
 - 社會互動(Social interactivity)
 - 連接(Connectivity)
 - 背景感知(Context awareness)
 - 類博物館式(Museum-like environment)的環境

EULER(2)

- 本文EULER由兩個子系統組成
 - 教師使用移動互動式學習環境(移動)伺服器
 - MCDB(mobile content database)
 - MADB(mobile assessment database)
 - LAM(learning activity management)
 - MAM(mobile assessment management)
 - MLRDB(mobile learning record database)
 - 學生使用移動工具(m-Tools)
 - m-Loader, m-RFID, m-AR, m-Player, m-Capture, m-Sharer, m-Notes, m-Test, and m-Calendar

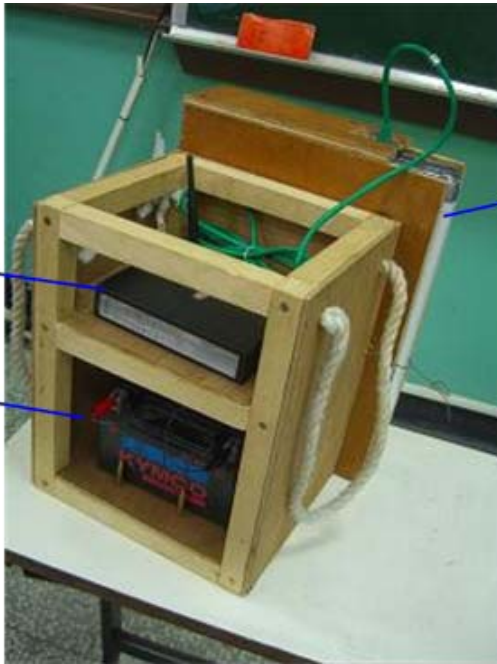
Structure of EULER and its two subsystems



實驗說明

- 參與者
 - 台北市立教育大學附屬實驗小學學生
 - 4個自然科學的教師和72個學生
 - 實驗組：6小組，各有6名學生，共36名學生
 - 對照組：同實驗組
- 設備
 - 老師：mobile伺服器工作站(筆電+Windows 2003伺服器、SQL 2005+WLAN)
 - 學生：PDA+WLAN+攝影機+RFID Reader
 - RFID Tag：安裝在資訊板上

Equipment



Wireless Router

Battery

Laptop

ASUS 716A PDA



RFID reader

Camera

RFID tags

實驗說明-實驗方法(1)

- 分2組：實驗組及對照組
 - 實驗組：採用EULER學習
 - 對照組：傳統學習的方法
- 4次測試：前測、Test1、Test2、後測
 - 獨立兩樣本t檢定進行前測分析，探討兩組差異是否顯著
 - 在實驗完成後，後測採用共變數分析ANCOVA 比較兩組間差異表現，以確定是否兩組學習表現有顯著差異
- 4次之測試，使用Cronbach的 α 系數分析，均超過0.7，表示4次測試之內部一致性是有可靠的

Table 2. Internal consistency of the tests

Test	Cronbach's alpha
Pre-test	0.84
Test1	0.76
Test2	0.80
Post-test	0.85

實驗說明-實驗方法(2)

- 1次問卷調查：探討EULER對學生學習的影響
 - 以Likert 5點尺度
 - 四組問題：資訊科技（A組）、學習者控制（B組）、互動（C組）、互動（D組）
 - 各組 Cronbach's alpha (α) > 0.7，均符合內部一致性

Table 3. Internal consistency reliability of the survey

Group	Cronbach's alpha
A. information technology	0.76
B. learner control	0.79
C. interaction	0.84
D. learning model	0.80
Total	0.82

N = 36

課程設計-課程程序(1)

Table 1. Quasi-experimental design for nonequivalent groups

Learning phase	Control group	Experimental group
Preparation phase	Introduce the learning topics and goals	Introduce the learning topics and goals
Treasure-hunt game phase	Conduct a treasure hunt based on paper materials	Conduct a treasure hunt using EULER
Problem-solving project phase	Conduct problem-based learning based on a worksheet	Conduct problem-based learning using the m-Tools
Immersive learning phase	Conduct traditional outdoor learning using a text book	Conduct immersive learning using the m-AR
Evaluation phase	Conduct a post-test	Conduct a post-test

課程設計-課程程序(2)

- 第1階段：準備階段（第1週）
 - 學生分為對照組和實驗組
 - 教學前做前測，前測有20多項選擇題
 - 教師介紹了課程的主題和學習目標，並解釋如何使用學習工具
- 第2階段：尋寶遊戲階段（第2週）
 - 對照組學生採用傳統方法（用紙本學習文件），實驗組學生使用掌上電腦與RFID讀寫器參觀景點時使用尋寶圖
 - 有五個景點，參訪每個景點後回答有4個問題，在訪下一個景點
 - 學生回答了20道選擇題，即Test1

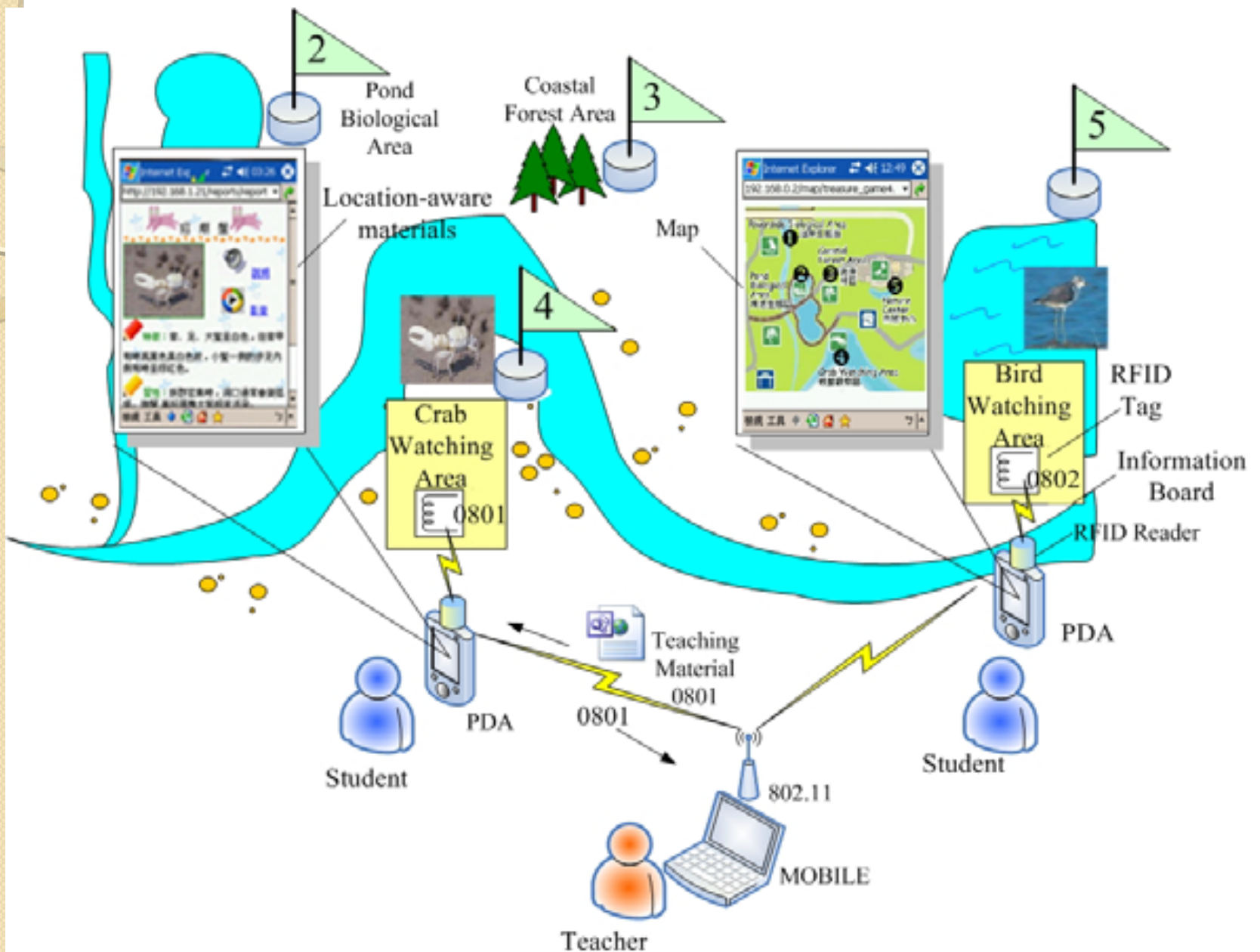


Figure 3. Guandu Nature Park scenario employing EULER

第2階段 圖示2

The screenshot shows a mobile application interface for m-RFID v1.2. The status bar at the top displays the time as 04:09. The main content area includes an RFID code (RID: 01:E0040100010021F40000) and a URL (http://192.168.1.4/nature/21F4) with a 'Go!' button. Below the URL is a navigation menu with five categories: 首頁 (Home), 植物 (Plants), 鳥類 (Birds), 昆蟲 (Insects), and 蟹類 (Crabs). A large image of a crab is displayed, with a speaker icon and the word '影片' (Video) next to it. Below the image is a text description: '習性：退潮時會從洞口附近挖土來修築洞口的煙囪構造；而漲潮時會挖土封閉洞' (Habit: At low tide, it digs soil from the area around the hole to build a chimney structure; at high tide, it digs soil to seal the hole). At the bottom, there are 'Web' and 'Server' buttons. The interface is annotated with several callouts: 'RFID code' points to the RID field; 'URL' points to the URL field; 'Subjects' points to the navigation menu; 'Image Presentation' points to the crab image; 'Voice Explanation' points to the speaker icon; 'Textual Explanation' points to the text description; and 'Functions' points to the 'Web' and 'Server' buttons.

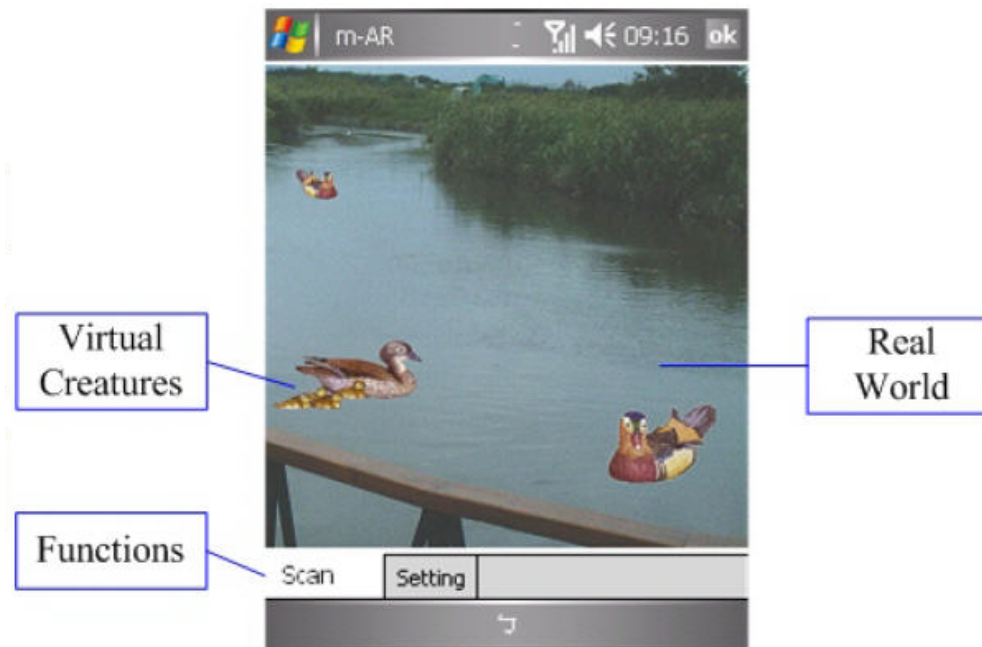
m-RFID presents a context-aware content

課程設計-課程程序(3)

- 第3階段：解題階段（第3週）
- 學生被指派解答一個問題
 - 題目：如何恢復濕地生態
 - 對照組採用傳統的學習方法
 - 實驗組採用EULER執行活動
 - m- Messenger 來請求老師援助
 - 用m- Capture 捕捉圖像或目前正在實施的濕地修復工程的影像
 - 從移動伺服器檢索的有關資訊
 - 回學校後，學生被要求完成團隊項目的報告
 - 學生各自編輯文章→小組長→老師→ m- Share →報告評分

課程設計-課程程序(4)

- 第4階段：身臨其境的學習階段（第4週）
 - 對照組學生採用傳統的方法（讀書）
 - 實驗組學生採用的 M-AR 以看到罕見虛擬生物在濕地：如水池上之虛擬鴛鴦
 - 結束後做Test2，包括20題多項選擇題



實驗說明(4)-課程程序(5)

- 第5階段：最後一個星期
 - 以後測評估學生的學習績效
 - 深入訪談學生

結果和討論-前測

- 前測：要證明兩組間的平均成績在前測無顯著差異性

Table 5. Mean grades and *SD* of evaluations for each test

Test	Experimental group		Control group	
	Mean	<i>SD</i>	Mean	<i>SD</i>
Pre-test	41.4	10.13	42.6	9.97

結果和討論- Test1

- Test1：尋寶遊戲
 - 共變數分析結果（ $F = 18.89, p < 0.05, d = 2.01$ ）顯示，實驗組平均成績超過了對照組至少18分
 - 表明EULER是有效地增進學習

Table 5. Mean grades and SD of evaluations for each test

Test	Experimental group		Control group	
	Mean	SD	Mean	SD
Pre-test	41.4	10.13	42.6	9.97
Test 1	80.6	7.10	62.6	8.20

Table 6. ANCOVA and effect size (d) results for two group tests

Test	Variance source	SS	MS	F	Effect size (d)
Test 1	Pre-test	921.88	921.88	18.89*	2.01
	error	3367.67	48.81		

結果和討論-解題報告

- 第3階段：解題報告階段
 - 實驗組Project report平均成績比該對照組明顯超過（21分）（ $t = 13.84, p < 0.05$ ）
 - EULER和設計學習遊戲提高了協作的經驗和探索新知、收集資訊、分享知識、建構知識及積極開展合作的能力

Table 7. Independent two-sample *t*-test results for a project report

	<i>t</i>	Sig.	Experimental group		Control group	
			Mean	<i>SD</i>	Mean	<i>SD</i>
Project report	13.84	0.000*	91.4	6.04	70.2	6.91

* $p < 0.05$

結果和討論- Test2

- 第4階段：身臨其境的學習活動，Test2共變數分析結果（ $F = 22.01, p < 0.05, d = 1.26$ ）
 - 實驗組平均成績顯著高於對照組（11分）
 - 因為學生可以看到虛擬的生物，使實驗組學生比對照組學生更有效地了解濕地的生物

Table 5. Mean grades and SD of evaluations for each test

Test	Experimental group		Control group	
	Mean	SD	Mean	SD
Pre-test	41.4	10.13	42.6	9.97
Test 1	80.6	7.10	62.6	8.20
Test 2	85.2	9.24	74.6	11.58

Table 6. ANCOVA and effect size (d) results for two group tests

Test	Variance source	SS	MS	F	Effect size (d)
Test 1	Pre-test	921.88	921.88	18.89*	2.01
	error	3367.67	48.81		
Test 2	Test#1	1911.76	1911.76	22.01*	1.26
	error	5992.13	86.84		

結果和討論-後測

- 第5階段：評估階段，後測共變數分析結果（ $F = 27.07, p < 0.05, d = 1.80$ ）
 - 實驗處平均成績顯著高於對照組（13分）
 - 顯示EULER有效地增加學生的興趣和學習動機，提高學習成就

Table 5. Mean grades and SD of evaluations for each test

Test	Experimental group		Control group	
	Mean	SD	Mean	SD
Post-test	90.1	7.12	76.4	9.55

Table 6. ANCOVA and effect size (d) results for two group tests

Test	Variance source	SS	MS	F	Effect size (d)
Post-test	Test#2	1399.97	1399.97	27.07*	1.80
	error	3568.47	51.72		

* $p < 0.05$

結果和討論

- 實驗組平均後測成績明顯超過前測
($t = 40.42, p < 0.01$)
- 長條圖顯示，實驗組平均成績明顯逐漸增加且高於對照組，級實驗組學習比控制組更有效地
- 顯示出EULER成效

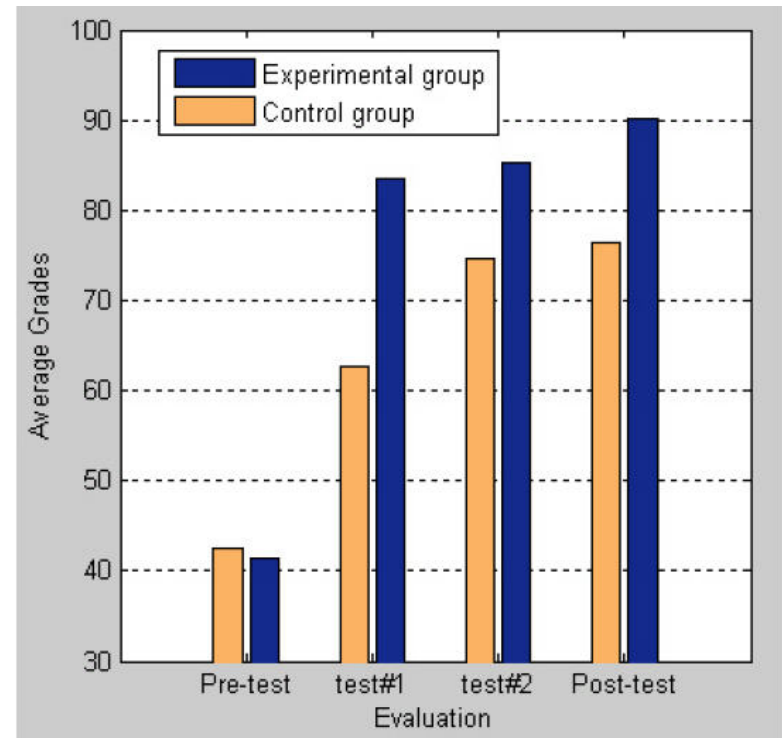


Table 8. Dependent *t*-test results of pre-test and post-test for experimental group

	<i>t</i>	Sig.	<i>d.f.</i>	<i>M.D.</i>
Pre-test and post-test pair	40.42	0.000*	35	47.98

Test value = 41.40; * $p < 0.01$

問卷調查

- 對象：實驗組，36位學生
- 回收率：百分之百的回答率，36份問卷均有效
- Likert 5點尺度
- 問卷內容：資訊科技、學習控制、互動、學習模型

Table 9. Summary of survey results from 36 students (5-point Likert scale)

Group	Item	Mean	SD
A. Information technology	A1. The user interface of the m-Tools is friendly.	3.83	0.78
	A2. The system functions of the m-Tools are convenient.	3.86	1.12
	A3. I am familiar with using m-Tools to collect, share, and analyze data, and to further compile them to a report.	4.02	0.71
	A4. The PDA display is sufficiently clear for reading learning content.	3.02	1.22
	A5. The PDA audio is sufficiently clear for listening to learning content.	3.28	0.98
B. Learner control	B1. Applying the m-RFID to outdoor learning helps me gain real knowledge.	4.32	0.64
	B2. Applying the m-Loader and m-Capture to outdoor learning helps our team in collect information.	4.12	0.77
	B3. Applying the m-Sharer to outdoor learning helps our team to share information.	4.02	0.86
	B4. Using m-Notes for outdoor learning helps our team complete assigned project collaboratively.	4.06	0.84
C. Interaction	C1. Using the m-Capture increases interaction with the natural environment.	4.22	0.74
	C2. Using the m-Messenger increases interaction with teachers.	4.13	0.76
	C3. Using the m-Loader and m-Notes increases interaction with computers.	4.22	0.69
	C4. Using the m-Sharer increases interaction with classmates.	4.17	0.80
D. Learning model	D1. I enjoy the problem-solving learning activity because it enables me to understand the importance of wetland ecology protection.	4.12	0.77
	D2. I enjoy the treasure-hunt game because it makes outdoor learning interesting.	4.25	0.82
	D3. I enjoy the immersive learning activity because it enables me to watch virtual creatures in the actual natural environment and to learn about wetland wildlife.	4.33	0.72
	D4. I enjoy the RFID-based ubiquitous learning environment, which is similar to a natural museum.	4.22	0.74

EULER解決無所不在學習為解決議題

- D4（平均分數為4.22）
 - 回答議題1，學生認同類博物館般的學習經歷
- C1、C2、C3和C4（分數為4.22、4.13、4.22、4.17）
 - 回答議題2，說明EULER運用M-Tool互動能力，激發學生的學習動機和改善學習的能力
- B1、B2、B3和B4（分數為4.32、4.12、4.02、4.06）
 - 回答議題3，反應了EULER運用M-Tools作學習控制的功能，讓學生尋找、收集、編輯和共享資訊，進一步增進學習
- A3（平均分數為：4.02）
 - 回答議題4，反應EULER運用資訊科技可培養學生的獲取及分享知識，解決問題及創意學習的能力

問卷調查結果

- 問卷結果顯示
 - EULER支持方便、靈活多樣的教育功能，並提供教師不同的教育運用
 - EULER提供豐富的學習資源，學生於任何時間和地點可以靈活和獨自學習
 - EULER提供有趣學習活動，從而增加學習的動力
 - M-Tools幫助學生解決問題，並激發他們的創造力，經由電腦支援的合作學習活動

課程學習結論

- 一個以“台灣濕地生態系統”並運用RFID及EULER技術的學習活動中，實驗組比對照組取得了顯著的學習進步
- RFID及EULER：提供背景相關、身臨其境和無所不在的學習活動，以及類博物館的學習經驗
- 學生助益
 - 獲得新知識、發展合作意識、訓練解題力、提高學習動機、刺激想像力和創造力
- 學生對“台灣濕地生態系統”的結論
 - 工業污染、固體廢物以及工程建設造成濕地破壞
 - 建議政府推動環保的概念和實施更多的復原計畫

未來研究方向

- 研究更多使用EULER，其特有的互動、合作和學習的詳細過程
- 運用新的學習環境：新型感測網路、自然的互動、人工智慧以及無所不在AR技術的學習環境
 - 學生可觀察在濕地上生物動物的行為，該動物甚至不再居住在地球上
 - 學生可以與虛擬生物互動
 - 讓學生想像人類行為對環境和其他生物的影響，並幫助他們了解保護環境的需要，了解如何與自然共存生活