

情境感知學習於計算機概論教學之研究

王元凱
輔仁大學電子工程學研究所
副教授
ykwang@mails.fju.edu.tw

丁一能
輔仁大學電子工程學研究所
研究生
dinner@tp.edu.tw

摘要

隨者數位學習技術日益進步，情境感知已成為重要的研究方向。本論文提出一個情境感知學習方法，將教學情境以有限狀態機來建構教學情境之間的互動關係。學生學習情境之獲得採線上測驗輔以「Student-Problem Table」分析，即時瞭解學生之學習情形，提供教師情境感知的建議，讓系統可以提供情境資訊給教師，使教師做出適當的回饋，加強學生適性輔導。本研究以 ConferenceXP 平台為實作基礎加入情境感知模組，並以高職計算機概論第二冊「結構化程式設計-重複結構」單元為例，於二個班級進行對照實驗。實驗結果顯示情境感知學習確實可增進學習成效。

關鍵詞：情境感知學習、有限狀態機、Student-Problem Table

1. 前言

根據學習者在學習中互動的程度，可將線上學習分為三代：第一代主要是通過網頁設計，提供學習者學習的材料和有關的資料，同時與其他的相關教育網站連結；第二代除了在網路上提供學習材料外，學習者還可以通過電子郵件、電子布告欄、網路線上的作業與測驗，進行非同步互動；第三代則再加入網路聊天室、視訊會議、多人對談系統等同步雙向互動[3]。然而完全的線上學習並非最佳的學習模式，混合式學習(教室加線上)才最有效的學習方式[4]。因此在傳統及數位學習的各種機制下，透過數位科技取得情境感知學習資訊，師生間得到最佳的互動機制，為最有效的學習模式。

情境感知的概念首見於[7]，1999年 Dey 與 Abowd[5]則更進一步的定義情境感知，利用情境來提供資訊或服務，這些資訊與服務與使用者目前任務相關，而未必需要涉及改變系統行為的階段。[9]則進一步提出將學習情境納入計算，提供適當的資訊，不但能有效提供教師了解學習者資訊，讓教師更能提出有效的教學方案，也能在複雜的學習資訊中快速有效的位教師截取適當的學習情境。情境感知應用在學習系統上有：IRS(Interactive Response System)[6]，將使用者的反映資訊視為輔助教學的關鍵因素；WiTEC (Wireless Technology Enhanced Classroom) [1]係整合無線區域網路、行動學習裝置計畫編號：NSC 93-2524-S-001-002

(Mobile Learning Device, MLD)與客戶一伺服器架構來支援教學與學習，並著重在協同教學的應用。

本論文將建構一個情境感知學習架構，將學習視為一個有限狀態集合，各狀態之間會被學習環境中成就測驗的分析結果觸發而導致狀態的移轉，並且在不同的情境下可以對這樣的改變有所回應，例如提供適當的情境感知資訊；所以透過有限狀態機的模型可讓情境狀態之間有較佳的預測性，進而減少情境計算時的負載。

本論文的架構如下：第二節介紹系統的設計原理；第三節陳述系統設計及架構；第四節說明實驗結果；第五節本次研究的結論與建議。

2. 情境感知的有限狀態機架構

情境認知論(Situated Cognition)，認為人類的行動和行動發生的脈絡，息息相關，這意味著無法預知每個運用知識與技能的可能情境。因此，不可能事先設計出可以讓學生在所有情境中都能適切行動的教學。況且，學生在每個情境中的表現都不相同，因此也不可能事先設計問題解決的教學情境[2]。學生本身學習的情境是一個動態，會隨著時間或是一個學習事件(動作)的觸發而改變，進而移轉至另一個情境，而這些情境間的變遷有相互關聯性。另外，每個情境資訊都有期限性，不是一經感測出來之後就持續有效，而在情境轉移後要用到該項資訊時才偵測它來應用，亦將增加系統的正確性。

學生在學習過程中，隨著時間及不同的教學，會讓學生處在不同的學習狀態(Learning State)，系統必須提供教師對目前學生所處的學習狀態，使教師能提供適切的回饋機制以符合學生的需求；就情境感知的概念而言，即是收集此學習狀態下的情境因子(context factor)讓系統計算，以提供適切的預測功能。換言之，我們將一個學習評量系統可能提供的各種學習狀態，對應至一個系統定義的狀態集合(由學習狀態構成的集合)，利用有限狀態機的概念定義出學習狀態機模型(Learning State Machine Model)，進而根據該模型對各學習狀態的移轉有較佳的預測途徑，並在新的學習狀態下找出需重新收集的情境因子，與可沿用的前一個學習狀態的情境因子，減少情境資訊處理上的重複。

情境因子是計算目前學習狀態下，系統提供教

師回饋時所需使用到環境的資訊；它由軟體或硬體設計的偵測器 (Sensor) 取得的資料組合而成，並透過適當的處理以符合實際需求。如圖 1，圖左自偵測器偵測出的資料是未經處理的原生資料 (raw data)，如同本論文利用 S-P 表取得學生學習成就(情境因子) 來使用。

因此整個學習過程必須歷經各種情境因子才會得到最後到學業行為。

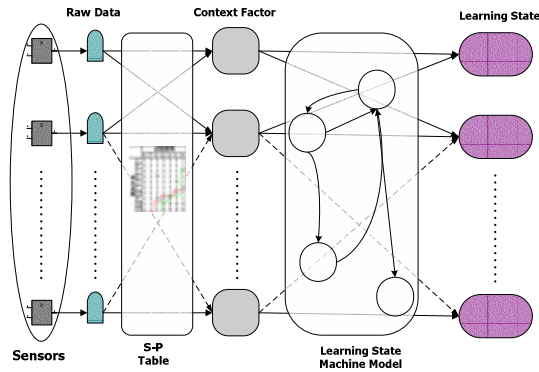


圖 1 情境因子的處理

2.1 情境因子

情境因子是實際狀態最小的具體邏輯描述，它會因實際應用需求與技術的限制而有不同的形態與意義。我們學生測驗結果，透過 S-P 表將學習成就歸納出五種情境因子。

學習成就中所應用到的情境因子有：第一類：答對率大於 75% 學生注意係數小於 0.5 為學習穩定；第二類：答對率大於 75% 學生注意係數大於 0.5 為注意力不集中；第三類：答對率小於 75% 大於 30% 學生注意係數小於 0.5 為普通；第四類：答對率小於 75% 大於 30% 學生注意係數大於 0.5 為努力不足；第五類：答對率小於 75% 大於 30% 為學習力不足，如表 1。

表 1 S-P 表學生成就屬性

項目	成就	學習穩定性
學習穩定	高成就	穩定
注意力不集中	高成就	不穩定
普通	一般	穩定
努力不足	一般	不穩定
學習力不足	低成就	

2.2 學習狀態

一個學習行為可因時間與不同的學習行為切割成許多學習狀態，在不同的學習狀態下，系統可利用當時的情境因子做出適當的回應，例如提供適當的情感反應給教師。如圖 2，一個使用者的學習過程被分成許多獨立的學習狀態；每一個學習狀態

被對應至一個適切的行為反應，且每一個學習狀態，會因計算時對情境資訊的需求，由一個情境因子的集合所構成 (圖左上方的矩形所示)。

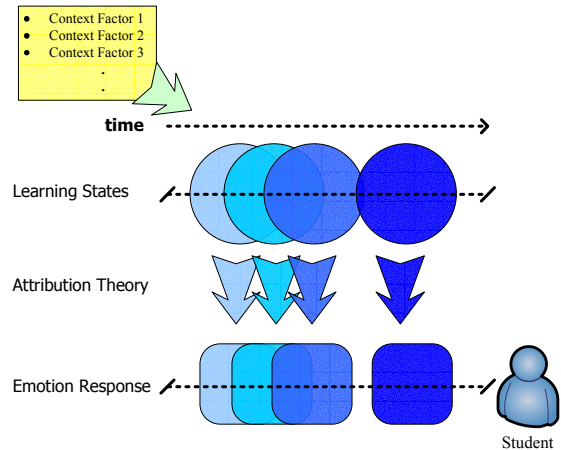


圖 2 學習狀態與情境特徵

Weiner 的歸因理論 (Attribution Theory) 認為 [8]，個體往往會將學業上的成功或失敗歸因於於能力、努力、工作難度、運氣、教師偏見、學習環境及身心狀況等共七種狀態，因此在各種因素的影響下，這七種狀態對應出學生的情緒行為反應。就成功歸因與失敗歸因來分類，如表 2。

目前我們將學習狀態分類定義成：(a) 初始值狀態：使用者尚未啟動系統，表示未有任何情境因子被偵測，屬於有限狀態機模型的初始狀態。(b) 運氣狀態：使用者將自己成功或失敗歸因於運氣的問題，可能是因為猜到題目或猜到答案等。(c) 教師偏見狀態：使用者將自己成功及失敗歸因於教師對學生的偏見，因為教師對學生的偏好程度導致學生對該科目學習的偏好。(d) 學習環境狀態：使用者將自己成功及失敗歸因於學習環境，學習環境會影響到學生。(e) 身心狀況狀態：使用者將自己成功及失敗歸因於身心狀況的問題。(f) 努力狀態：使用者將自己成功及失敗歸因於自己的努力程度。(g) 工作難度狀態：使用者將自己成功及失敗歸因於該次測驗或是教材的難度問題。(h) 能力狀態：使用者將自己成功及失敗歸因於自己能力的問題。成敗歸因所影響個體的情感反應，歸納如表 2：

表 2 情感反應表

狀態	失敗歸因行為反應	成功歸因行為反應
運氣	憤怒	感謝
教師偏見	憤怒	感謝
學習環境	罪惡感	自信
身心狀況	羞愧、逃避工作	自豪、自尊
努力	羞愧、逃避工作	自豪、自尊
工作難度	增強情緒	增強情緒
能力	增強情緒	增強情緒

2.3 學習狀態機

學習過程被視為數個學習狀態的組合；狀態變動代表情境因子的組合有變動，而情境因子變動亦會造成狀態的變動。例如時間情境因子就會影響到每一次的學習狀態。時間為 t 時的狀態 S 可標記成 $S_t = \tau \langle CF^1, CF^2, \dots, CF^n \rangle$ ， CF^n 為第 n 個情境因子在時間為 t 時的值。而一個狀態由不定數目的情境因子構成 (n 值不是固定的)。

根據前述的定義，透過一個狀態預測的模型，比較 S_t (現態, Current state) 與 S_{t+1} (次態, Next State) 間情境因子組合的差異，僅對新增的情境因子或是情境因子的有效期已過的情境因子 (失效或變動的情境因子) 做偵測，將增加準確性亦降低計算成本。

一個學習狀態機包含：學習狀態集合 S 、學習成就觸發事件集合 E 與狀態對應的情感反應輸出集合 F 等三個集合，及狀態間的轉移函數 T 與輸出函數 O 等兩個函數。

綜合前幾節所述，定義出所有可能的學習狀態集合 S (Learning State Set)：

$$S = \{ S^0, S^1, \dots, S^n \}, n \geq 1, n$$

$S^0 \dots S^n$ 代表在學習過程中所可能出現的狀態， S^0 為初始狀態 (initial state)。而 n 的大小視系統提供的學習狀態的多寡而定。每一個狀態可視為是一個情境因子的有限組合：

$$S^x = \tau \langle CF^a, CF^b, \dots \rangle, CF^a, CF^b \dots \in CF$$

$$CF = \{ CF^1, CF^2, \dots, CF^m \}, m \geq 1, m \neq \infty$$

CF 為所有情境因子的集合，它的大小視實際的需求及應用的技術而定。學習成就觸發事件集合 E 視為輸入部分：

$$E = \{ E^1, E^2, \dots, E^p \}, p \geq 1, p \neq \infty$$

而在輸出部分，它代表了系統針對各學習狀態所提供的行為反應：

$$F = \{ F_1, F_2, \dots, F_n \}, n \geq 1, n$$

轉換函數 T (Transition Function) 會以目前的學習狀態 S_t 與目前學習成就觸發事件 E_t 為輸入參數而映至下一個學習狀態 S_{t+1} ：

$$T(S_t, E_t) = S_{t+1}$$

$$O(S_t) = F_t$$

O 為 S 映至 F 的函數即輸出函數 (Output Function)。因為學習狀態可被預測，我們可以預測現態與次態之間情境因子的差異：

$$S_t^x = \tau \langle CF^a, CF^b, CF^c, CF^d \rangle$$

$$S_{t+1}^y = \tau \langle CF^a, CF^p, CF^d \rangle$$

如上所示， CF^a 表示可以沿用的情境因子， CF^p 是新增的情境因子，而 CF^d 則是該情境因子已過了它的有效期限 (Validity)，所以在 F_{t+1} 僅需處理 CF^p 與 CF^d 即可。

依據歸因理論 (Attributional Theory) [8]，學業成就又區分為成功歸因及失敗歸因，因此一個學生不管成就高低與否，都有可能產生這兩種歸因。所以我們將建立成功學習狀態機及失敗學習狀態機，並列出學習成就觸發事件、學習狀態及情感反應之間彼此的關聯。參考學者針對各種成就學生所歸納的歸因向度如下。

成功歸因：

- ◆ 高成就抱負水準的學生傾向於將學業成敗歸於自己的努力。
- ◆ 成功歸因於自己努力程度高、教師教學水準高、不緊張等，較少歸因於運氣差和他人幫助少。
- ◆ 紀錄普通的人隨經歷成功但並非每回都成功，因此不太可能選擇內在歸因。
- ◆ 低成就抱負水準的學生將成功歸於運氣。
- ◆ 低成就學生較可能歸因於。
- ◆ 學習力不足歸因於不穩定。
- ◆ 競爭班級氣氛強調學生能力比較，成功更多被歸為能力。

依據上列敘述狀態與輸入關係推論出成功歸因情境感知狀態表如表 3，成功歸因情境感知狀態圖如圖 3，透過情境感知的分析使教師更了解學生的成功歸因傾向，達到適性輔導的效果。

表 3 成功歸因情境感知狀態表

狀態	輸入					輸出
	E ¹ 學習力 不足	E ² 努力 不足	E ³ 普通	E ⁴ 注意力 不集中	E ⁵ 學習 穩定	
S ⁰	S ¹	S ³	S ⁶	S ⁴	S ⁵	
S ¹	S ¹	S ³	S ⁶	S ⁵	S ⁵	F ₁
S ²	S ²	S ²	S ⁶	S ⁵	S ⁵	F ₂
S ³	S ³	S ³	S ⁶	S ⁵	S ⁷	F ₃
S ⁴	S ⁴	S ¹	S ⁶	S ⁴	S ⁵	F ₃
S ⁵	S ⁵	S ⁴	S ⁶	S ⁴	S ⁵	F ₃
S ⁶	S ⁶	S ²	S ⁶	S ⁵	S ⁵	F ₄
S ⁷	S ¹	S ²	S ⁶	S ⁵	S ⁵	F ₄

S⁰：初始值 S⁴：身心狀況 F₁：感謝
S¹：運氣 S⁵：努力 F₂：自信
S²：教師偏見 S⁶：工作難度 F₃：自豪、自尊
S³：學習環境 S⁷：能力 F₄：增強情緒

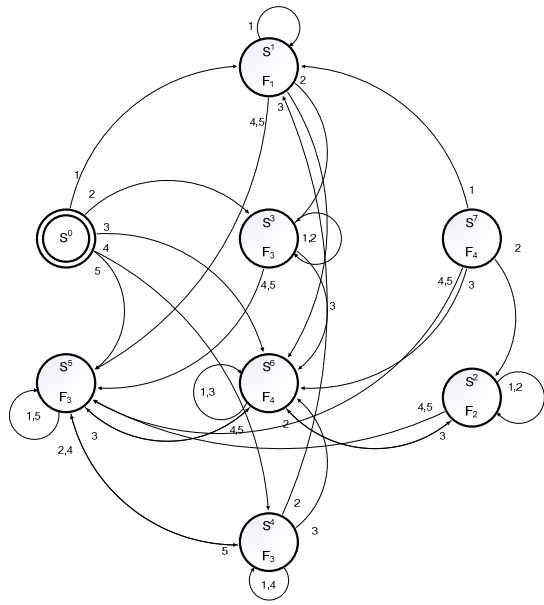


圖 3 成功歸因情境感知狀態圖
學業成就觸發事件輸入表示方式
1 表 E¹ 2 表 E² 3 表 E³ 4 表 E⁴ 5 表 E⁵

圖 3 成功歸因情境感知狀態圖

失敗歸因：

- ◆ 高成就抱負水準的學生傾向於將學業成敗歸於自己的努力。
- ◆ 學習穩定歸因於不穩定和外在。
- ◆ 學習力不足歸因於內在、穩定。
- ◆ 低成就抱負水準的學生將失敗歸於自己能力差。
- ◆ 失敗結果歸因數能力低、沒有努力、緊張等，較少歸因於他人幫助少、考前沒有加強復習等。
- ◆ 競爭班級氣氛強調學生能力比較，失敗則歸於外因。

依據上列敘述狀態與輸入關係推論出失敗歸因情境感知狀態表如表 4 及失敗歸因情境感知狀態圖如圖 4，透過情境感知的分析使教師更了解學生的失敗歸因傾向，達到適性輔導的效果。

表 4 失敗歸因情境感知狀態表

狀態	輸入					輸出
	E ¹ 學習力不足	E ² 努力不足	E ³ 普通	E ⁴ 注意力不集中	E ⁵ 學習穩定	
S ⁰	S ⁷	S ⁴	S ⁶	S ⁵	S ⁵	
S ¹	S ⁷	S ⁴	S ⁶	S ¹	S ¹	F ₁
S ²	S ⁷	S ⁴	S ⁶	S ²	S ²	F ₂
S ³	S ³	S ¹	S ⁶	S ³	S ³	F ₃
S ⁴	S ⁷	S ⁴	S ⁶	S ²	S ²	F ₃
S ⁵	S ⁷	S ⁴	S ⁶	S ³	S ³	F ₃
S ⁶	S ⁷	S ⁴	S ⁶	S ³	S ³	F ₄
S ⁷	S ⁷	S ⁴	S ⁷	S ¹	S ¹	F ₄

S⁰: 初始值 S⁴: 身心狀況 F₁: 憤怒
 S¹: 運氣 S⁵: 努力 F₂: 罪惡感
 S²: 教師偏見 S⁶: 工作難度 F₃: 羞愧、逃避工作
 S³: 學習環境 S⁷: 能力 F₄: 增強情緒

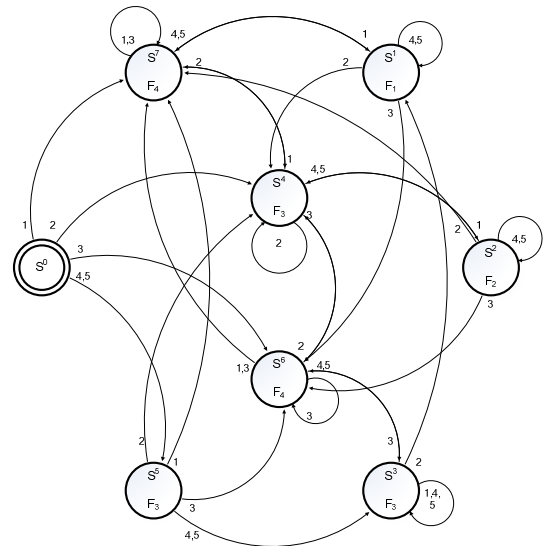


圖 4 失敗歸因情境感知狀態圖
學業成就觸發事件輸入表示方式
1 表 E¹ 2 表 E² 3 表 E³ 4 表 E⁴ 5 表 E⁵

圖 4 失敗歸因情境感知狀態圖

3. 系統設計及架構

根據前述理論架構，我們利用 ConferenceXP(CXP) 實作情境感知教學回饋系統 (Context Aware Teaching Feedback System)，系統的架構示意圖如下：

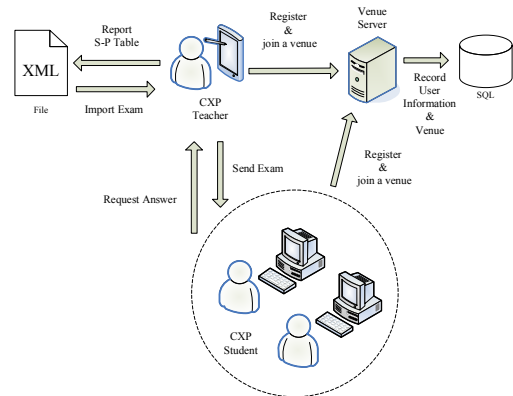


圖 5 系統架構示意圖

如圖 5，CXP 學生端及教師端為整個系統運作時使用者終端介面；Venue Server 是情境感知伺服器，負責收集使用者、時間、IP 的情境感知資訊；CXP 教師端負責播送教材及試卷並收集情境因子計算出情境感知資訊，應用其 S-P 表分析加以運算處理，並將計算結果產生 XML，XML 報表負責儲存本次 S-P 表的結果及使用者資訊。

3.1 系統架構

本研究利用教學情境感知因子透過有限狀態機預測，學生學習行為分析診斷以利教師作適性輔導或補救教學，整個系統架構如圖 6。

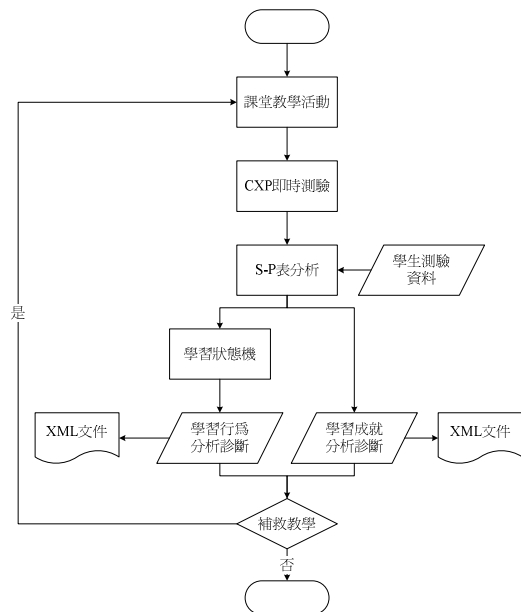


圖 6 系統架構圖

3.2 系統運作流程

教師透過 CXP 啟動線上測驗，教師將題目載入該系統後，學生端就會開啟線上測驗視窗，做答完畢後按送出，教師端會收集學生一一送回來的答案做統計，教師端透過 S-P 表分析每個學生及題目的作答狀況，作答結束後教師匯出 S-P 表，針對學生及題目的狀況做分析，針對學生不了解的問題做回饋，該系統活動圖如圖 7：

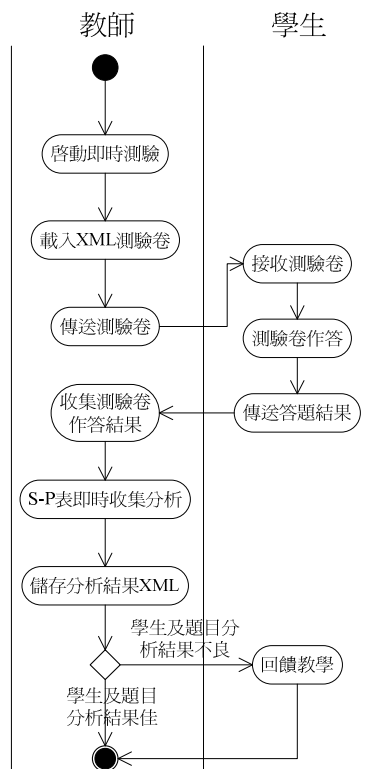


圖 7 CXP 線上測驗活動圖

4. 實驗

本節旨在以實驗方式來評估使用情境感知學習的成效，使用情境感知學習採不等組準實驗設計，歷時兩週，第一週為授課及實作，第二週進行成就測驗。在實驗樣本中，我們選定臺北市某公立高職夜間部二年級兩個班級為實驗對象，一個為實驗組採用 CXP 輔助測驗，一個為控制組採用傳統紙筆測驗，這兩個班級的上課地點採同一間電腦教室，同一個授課老師。

情境感知學習實驗共分兩階段，第一階段實施教學活動並進行實作，在這一階段實驗組與控制組的教學活動與作業完全相同；第二階段採取成就測驗，這一階段測驗，分為前測和後測。實驗組採用 CXP 輔助測驗，並佐以 S-P 表協助教師作情境感知學習知分析。

控制組採用傳統紙筆測驗，試卷統一由教師批改。實驗組經前測的結果教師透過 S-P 表分析題目及學生狀況，針對學生答錯較多的題目講解，控制組經前測後，由授課教師現場批改後一一解題。由兩組學生成就測驗統計表(表 5)得知，實驗組經由情境感知學習透過前測與後測比較的結果答對題數平均數 0.61 題比控制組 0.23 題高，且進步的人數比例較控制組高，由此可見透過情境感知學習的學生進步較高。

實驗組後測的標準差較前測收斂，可見針對重點題目講解後，學生對題目有較深入的了解。而控制組學生後測的標準差較前測發散，因此情境感知學習可有效提供教師準確的補救教學策略，全班的程度將明顯提升。在成就測驗時間的比較上(表 6)，教師在實驗組所花的時間較控制組少，分析時間的比較，教師能針對 S-P 表的結果做分析，較改卷的途中做分析來的準確並迅速。且講解的時間教師並不需要將題目全部一一講解，只要針對學生不懂的題目做分析，節省不必要的時間花費在學生了解的題目。

表 5 兩組學生在成就測驗的比較表

組別	人數	前測		後測		進步人數	差異平均數
		平均數	標準差	平均數	標準差		
實驗組	28	3.79	1.40	4.39	1.37	14	0.61
控制組	26	4.35	1.44	4.58	1.92	12	0.23

測驗題目：8 題

表 6 教師在兩組學生各階段所需時間

組別	前測		後測
	分析	講解	分析
實驗組	08:00	05:00	08:00
控制組	11:00	07:00	11:00

單位：時間/分

5. 結論與建議

本研究透過情境感知學習加強補教教學的準確性及即時性，以改善傳統學習的缺失。由於學生習慣傳統的紙筆測驗，若能將線上測驗與傳統紙筆測驗的成績能拉近，或許對於研究有更正確的呈現。本研究只針對學生進行計算機概論的情境感知學習研究，對於學生其他情境影響的因素，並未考慮，故建議未來可加入其他情境因素進行研究，以了解情境感知學習在學習上的成效。

參考文獻

- [1] 王緒溢, A Model of 1:1 Educational Computing in Classroom Using Wireless Technology 教室內應用無線科技之一對一數位學習模式, 中央大學資訊工程研究所, 博士論文, 2004。
- [2] 陳麗華、林陳涌, <情境模式的教學設計>, 科學教育月刊, 198 期, 1997, 頁 1-12。
- [3] 楊國德, <歐美國家網路學習的應用與發展趨勢>, 成人教育, 67 期, 2002, 頁 9-19。
- [4] 鄒景平, <從網路學習邁向網路社會>, eLearning 心法第 48 講, 2002。
- [5] Dey, A. K, G. D. Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness," GVU Technical Report, GITGVU-99-22,1999.
- [6] Liang, Jen-Kai, Hsue-Yie Wang, Tak-Wai Chan, "The Features and Potential of Interactive Response System", International Conference on Consumer Electronics (ICCE2003), pp.315-320,2003.
- [7] Schilit, B. N, M. M. Theimer, "Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts," IEEE Network, 8 (5), pp. 22-32, 1994.
- [8] Weiner, B, "An attributional theory of achievement motivation and emotion," Psychology Review, vol. 92, pp.548-573,1985.
- [9] Wang, Y. K, "Context Awareness and Adaptation in Mobile Learning," IEEE International Conference on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE2004), pp. 154-159, 2004.