

Hwang, G.-J., Tsai, C.-C., & Yang, S.JH (2008). 情境感知普適學習的標準、策略與研究問題。教育科技與社會，11 (2) , 81-91。

情境感知普適計算的標準、策略與研究問題 學習

黃國仁台南大學資訊科學
系 // gjhwang@mail.nutn.edu.tw // 電話 :886-915396558 // 傳真 :886-6-3017001

台灣科技大學蔡錦忠科技
職業教育研究所 // cctsai@mail.ntust.edu.tw // 電話 :886-2-27376511 // 傳真 :886-2-27303217

Stephen JH Yang ,國立中
央大學資訊工程系 // jhyang@csie.ncu.edu.tw // 電話 :886-3-4227151-35308 // 傳真 :886-3-4222681

抽象的

無線和感測器技術的最新進展催生了一種新型學習環境情境感知普適學習環境。這種環境能夠感知學習者的情境並提供適應性支持。許多研究人員致力於開發此類新型學習環境；然而，建構情境感知普適學習環境的標準尚未明確，更遑論如何進行有效的學習活動。為了解決這些問題，本文闡述了情境感知普適學習的基本標準、策略和研究問題，並指出了開發此類學習環境所需的必要檢查項目。

本文最後也給出了進行情境感知普適學習活動的範例以及建立此類學習環境的要求。

關鍵字

普適學習、情境感知、科學教育、無線網路、普適計算

1. 引言

過去十年，寬頻和無線網路技術的快速發展促進了無線應用在日常生活中的廣泛應用。各種隱形的嵌入式裝置及其對應的軟體元件也相繼被開發並連接到網際網路。普適運算是一種新興技術，它使人們能夠透過網路連線隨時隨地地使用大量且種類繁多的「功能物件」(Rodríguez & Favela, 2003; Minami et al., 2004)。普適計算的另一個特點是利用嵌入感測器的無線通訊物件來檢測使用者和環境訊息，從而提供個人化服務（例如，無線射頻識別技術）。

近年來，電子學習研究人員注意到，無線通訊和感測器技術的進步已將電子學習的研究方向從行動學習（m-learning）轉向普適學習（u-learning）。普適學習的幾個顯著特徵使其區別於傳統的電子學習，這些特徵包括無縫服務、情境感知服務和自適應服務（Bomsdorf, 2005；Hwang, 2006；Yang等, 2006；Yang等, 2007）。在理想的普適學習環境中，運算、通訊和感測器設備嵌入並整合到學習者的日常生活中，從而實現沉浸式學習。基於此概念，Yang (2006)提出了一種利用情境感知點對點搜尋來增強學習資源尋找和共享的學習環境。

然而，由於學習環境變化迅速，普適學習（u-learning）尚未明確定義，更遑論在這種環境下進行學習活動的策略。為了回應這些問題，本文嘗試提出建構普適學習環境的標準；此外，本文也比較了行動學習（m-learning）和普適學習的特點，以便更清楚地識別普適學習的特徵和潛力。

最後，本文提出了一些在普適學習環境中設計學習活動的策略，以及相關的研究問題，以供對該領域有興趣的人參考。

2. 普適計算環境的特徵

為了開發具有情境感知和無縫整合的網路環境，近年來開發了各種與普適運算相關的新技術和產品，例如感測器和執行器、RFID 標籤和卡片、無線通訊、行動電話、PDA（個人數位助理）和可穿戴電腦。

從系統設計者的角度來看，實體整合與自發性互通是普適運算系統的兩大主要特徵（Kindberg & Fox, 2002）。物理整合意味著普適計算系統涉及計算節點與物理世界之間的某種整合。例如，智慧咖啡杯，如Media-Cup（Beigl等人，2001），它像普通咖啡杯一樣使用，但同時還包含感測、處理和聯網元件，使其能夠傳遞自身的狀態（滿杯或空杯，拿起或放下），從而使咖啡杯能夠提供有關自身狀態以及其所有者的信息。此外，再例如，智慧會議室可以感知會議使用者的存在，記錄他們的行為（Abowd, 1999），並在他們就座或在白板前發言時提供服務（Ponnekanti等人，2001）。房間裡配備了數位家具，例如帶有感應器的椅子、可以記錄書寫內容的白板，以及可以使用 PDA 從房間內任何位置啟動的投影機。

同時，一個普適系統必須在不斷變化的環境中自發性地進行互通。如果一個元件能夠與一組通訊元件進行交互，而這些元件的身份和功能會隨著環境的變化而改變，那麼該元件就能夠自發性地進行互通（Kindberg & Fox, 2002）。自發互動的組件在其正常運作期間，會隨著自身移動或環境中其他組件的加入而更換互動夥伴；這種更換無需新的軟體或參數（Feeney et al., 2001）。例如，為了無縫地舉行視訊會議，系統需要立即為每位與會者定位最近的功能對象，例如CCD攝影機和顯示設備。如果與會者移動到另一個房間，系統會根據使用者的上下文切換設備，從而確保視訊會議的無縫持續。如果與會者將其裝置從具有100 Mbps區域網路的筆記型電腦切換到具有較低速度無線網路的PDA，系統會相應地定位額外的轉換編碼器或驅動程式。

從使用者的角度來看，在普適運算環境中，任何人都可以隨時使用公共環境中隨處可見的電腦。配備行動裝置的使用者可以連接到其中任何一台計算機，並透過無線通訊技術存取網路（Uemukai et al., 2004）。

此外，使用者不僅可以主動存取網絡，使用者周圍的電腦還可以識別使用者的行為，並根據使用者所處的環境、行動終端的配置、網路頻寬等因素提供各種服務（Cheng & Marsic, 2002）。普適計算技術透過提供使用者適當的決策或決策方案來實現使用者輔助。也就是說，配備普適計算技術的系統能夠自動感知使用者的各種情境數據，並智慧地產生合適的結果，從而為使用者提供及時的資訊和相關的服務（Kwon et al., 2005）。因此，將這項新技術應用於教育領域，不僅能夠使學習系統適應個人的需求，還能使其積極參與學習活動。由此可見，將普適計算技術應用於學習的概念與建構主義教育理論相契合。在建構主義架構下，教育者需要提供以學生為中心的學習環境，以促進每個學習者的主動建構（例如，Fosnot, 1996）。它也強調學生的先驗知識和認知習得（例如，Tsai, 2001, 2005）。顯然，採用普適計算技術的完善學習系統可以高度適應學生的先驗知識和現有表現，從而為每位學習者提供適當的指導或習得。以下章節將介紹在設計學習活動中運用普適運算技術的概念和策略；此外，也將提供幾個範例來詳細闡述這些理念。

3. 情境感知普適學習的標準

儘管普適學習（u-learning）已引起學術界的廣泛關注，但建構普適學習環境的標準尚未明確界定。迄今為止，研究人員對「普適學習」一詞仍持有不同的看法。

本文的觀點是“隨時隨地學習”，這是對普遍學習的一種非常廣泛的定義。根據此定義，任何允許學生在任何地點、任何時間存取學習內容的學習環境都可以稱為普遍學習環境，無論是否採用無線通訊或行動裝置。從這個角度來看，讓學生透過具備無線通訊功能的行動裝置存取學習內容的行動學習環境，是普遍學習這個廣泛定義的一個特例。

透過上述討論可以清楚地看出，普遍學習並不等同於“基於普遍計算技術的學習”，後者不僅強調無線通訊的應用，還強調感測器技術的應用（Hwang et al., 2007）。更準確地說，「基於普遍計算技術的學習」是行動學習的一個特例。在接下來的討論中，我們將重點關注普遍學習的一個特殊定義，即在學習活動中運用行動裝置、無線通訊和感測器技術，我們稱之為“情境感知普遍學習”，以區別於普遍學習的廣義定義和行動學習的概念。圖1展示了普遍學習、行動學習、普遍計算在學習中的作用以及新定義的「情境感知普遍學習」之間的關係。

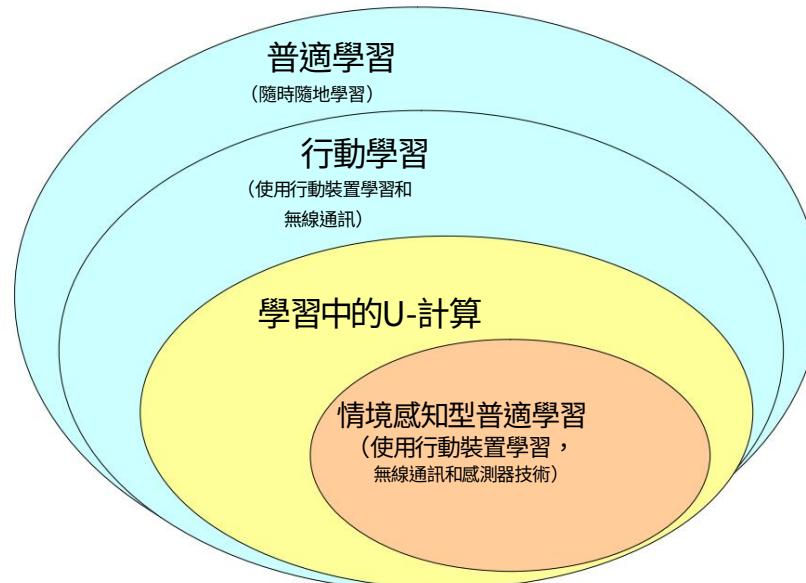


圖 1. 普遍學習、行動學習、普遍計算在學習中的作用以及「情境感知普遍學習」之間的關係

普遍計算環境的上下文感知特性使學習系統更能理解學習者的行為以及現實世界中及時的環境參數，例如學習者的位置和行為，以及學習環境的溫度和濕度（Kawahara et al., 2003）。這些上下文資訊可以是簡短的，也可以是詳細的；例如，使用者的位置可以用郵遞區號或實際地址來描述。

在各種可感知的情境中，研究人員指出，「時間」和「地點」可能是辨識和描述學習者情境的最重要和最基本的參數（Lonsdale et al., 2003）。例如，Ogata 和Yano（2004）提出了一種u-learning系統，該系統已被用於幫助學生在真實情境中學習日語。該系統可以透過行動裝置（例如PDA）根據不同的情境（例如場合或地點）為學習者提供適當的表達方式。Rogers等人（2005）透過觀察工作場景，將室內和室外活動的學習經驗整合起來。學習者不僅能夠透過觀察從場景中獲取數據、聲音和圖像，還能收集相關資訊。

透過無線網路開展學習活動。最近，Joiner等人（2006）發表了他們的研究成果，探討如何將情境感知設備應用於教育領域，透過向學生提供與真實情境下特定活動相關的及時語音提示。

同時，研究者試圖找出設計普遍學習活動的原則與方法（Yang et al., 2007）。例如，Cheng et al.（2005）展示了普遍學習系統如何透過以下方式提供自適應服務：

四個步驟：(1)為學習者的每項學習行為設定教學要求。(2)檢測學習者的行為。(3)將要求與相應的學習行為進行比較。(4)為學習者提供個人化支持。

因此，情境感知型普適學習環境的潛在標準如下：1. 情境感知型普適學習環境是情境感知的；也就是說，能夠感知學習者所處的真實世界環境的情境，這意味著系統能夠在真實世界中進行學習活動。

2. 情境感知型普適學習環境能夠透過考慮以下因素，提供學習者更具適應性的支持：
考慮他們在網絡世界和現實世界中的學習行為和背景。
3. 基於現實世界中的個人和環境背景，以及學習者的個人資料和學習檔案，情境感知型普適學習環境能夠以正確的方式、在正確的地點、在正確的時間主動向學習者提供個性化的支持或提示。
4. 情境感知型普適學習環境能夠實現跨地域的無縫學習。
預定義區域。
5. 情境感知型普適學習環境能夠調整課程內容以滿足以下功能：
各種行動裝置。

這樣的學習環境主要由以下組件構成：1. 一組用於偵測個人環境（例如，學習者的位置和體溫）的感測器

以及環境因素（例如，學習環境的溫度和濕度）。

2. 一個記錄上下文並為學習者提供主動和被動支援的伺服器。
3. 為每位學習者配備一台行動學習設備，學習者可以透過該設備獲得支援或指導。
伺服器，以及能夠存取互聯網上的資訊。
4. 實現行動學習設備、感測器和伺服器之間通訊的無線網路。

基於這些標準，表1給出了情境感知u-learning系統和行動學習系統的比較。主要差異在於系統的情境感知和主動行動能力，這使得u-learning系統能夠訓練和評估學習者在現實世界中的觀察技能和解決問題的能力（Hwang, 2006）。

表1.情境感知型普適學習系統與行動學習系統的比較 行動學習系統

學習系統 物品		情境感知型普適學習系統
學習者的意識 背景	透過存取學習檔案資料庫。	透過存取學習檔案資料庫，感知學習者在現實世界中的個人背景（例如，位置和體溫）和環境狀況。
取得學習服務或教學材料	學習者透過無線網路主動存取系統。也就是說，學習系統通常是被動地提供服務。	系統會根據學習者的具體情況，主動為學習者提供個人化服務。 背景。
學習檔案的內容	記錄學習者的線上行為。	記錄學習者的線上行為、現實世界行為以及相應的環境資訊。
個人化支援	根據資料庫中學習者的個人資料和線上行為。	基於學習者在現實世界中的個人行為和環境狀況。
無縫學習功能	更換學習設備或在移動中學習會中斷學習活動。	即使學習者在不同地點之間移動，學習環境（包括學習設備和網路）發生變化，學習服務也不會中斷。

根據表1，情境感知型普適學習比行動學習（或廣義的普適學習）能提供更具適應性的服務，因為它更考慮了學習者的各種個人資訊。

上下文資訊來源。此外，情境感知型普適學習更便捷，因為系統會根據不同行動裝置的功能調整教學內容。

4. 情境感知普適學習為導向的學習活動設計策略

為了在情境感知型普適學習環境中進行學習活動，需要定義需要考慮的情境參數（Yang et al., 2007）。對於在現實世界中進行的學習活動，情境參數分為五種類型，如下所示：

- ü 系統感知到的個人情境：包括學習者的位置和到達時間、溫度、水平

出汗量、心跳、血壓等。

ü 系統感知的環境背景：包括感測器的 ID 和位置、感測器周圍環境的溫度、濕度、空氣成分和其他參數，以及正在接近感測器的物體。

ü 學習者透過行動學習設備提供的回饋：包括目標項目的觀察或感知數據（例如環境溫度和水的酸度、空氣污染、樹木的形狀和顏色、機器執行操作後的狀態）、獲取的照片或與學習系統的交互（例如測試題的答案或操作系統的日誌）。

ü 從資料庫中檢索的個人資料：包括學習者的個人資料和學習檔案，例如學習者的預定時間表、學習活動的預期開始時間、學習活動的最長和最短可接受時間段、學習地點、課程的學習路徑或順序、課程或學習活動的限製或禁止事項等。
 ü 從資料庫中檢索的環境資料：包括學習場所的詳細信息，例如在場所安排的學習活動時間表、場所的限製或管理規則、場所使用注意事項、場所內的設備、場所的使用或管理人員等。

基於這些情境參數，表 2 提出了 12 個情境感知的 u-learning 模型，這些模型可用於進行學習活動，並根據學生的現實世界和線上行為來評估學生的學習表現。

表2.進行情境感知普適學習活動的十二種模型

ID 和姓名 模型	U-Learning 策略及範例
例如，對於學習實驗化學課程的學生，系統會根據其在實驗過程中的實際操作自動提供提示。	學生在真實世界中學習，並由系統根據其個人 ULS1 實際世界學習檔案、作品集以及感測器收集的真實世界數據進行指導。
ULS2 學生在真實世界中學習，系統會根據個人資料、作品集和感測器收集的真實世界數據自動提供支援。例如，對於正在學習識別校園植物種類的學生，系統會根據其所在位置和周圍植物自動提供每種植物的特徵資訊。	
ULS3 要求學生通過線上測試，根據對現實世界物體的觀察，回答行動裝置螢幕上顯示的問題。例如，“你面前的樹是什麼類型的？”	
ULS4 要求學生根據所提出的問題在現實世界中找到物體。在行動裝置上觀察真實物體。	例如，“觀察你周圍的植物，找出與螢幕上顯示的植物最相似的植物。”
ULS5 透過觀察收集現實世界的數據	學生需要透過觀察現實世界中的物體來收集數據，並透過無線通訊將數據傳輸到伺服器。 例如，“觀察該區域的植物，並將數據（包括你拍攝的照片和你對每種植物特徵的描述）傳輸到伺服器。”
ULS6 透過感測器收集現實世界的數據	學生需要透過感知現實世界中的物體來收集數據，並報告他們的發現。 例如，“找到三個不同的水樣本，並報告使用以下方法發現的任何污染物”

感應器。」	
ULS7 辨識現實世界中的物體	學生需要回答有關識別現實世界物體的問題。 例如，“老師展示的昆蟲叫什麼名字？”
ULS8 對學習環境的觀察	學生需要回答有關觀察周圍學習環境的問題。 例如，“觀察學校花園，並上傳你發現的所有昆蟲的名稱。”
ULS9 透過實驗解決問題	透過在現實世界中設計實驗並利用網路尋找線索來解決問題。例如，“考慮老師提供的氣球，設計一個實驗來找出有效載荷質量與氣球高度之間的關係。”
ULS10 要求學生觀察現實世界中的物體，並透過存取網路進行線上資料搜尋來尋找解決方案。例如，“觀察你面前的建築物；在線查找有關它的詳細數據。”	
ULS11 一組學生被要求合作收集現實世界中的數據，並透過行動裝置與其他學生討論他們的發現。例如，“透過測量每個區域並整合收集到的數據，合作繪製學校地圖。”	
ULS12 合作解決問題	學生需要透過行動裝置進行討論，合作解決現實世界中的問題。 例如，“搜查學校的每個角落，找到可以用來確定空氣污染程度的證據。”

根據表2，u-learning可以以多種方式使用。需要注意的是，模型ULS1和ULS2的區別在於，ULS1提供更多的支架式教學，而ULS2僅在學習者提出請求時才提供線上協助。

5. 情境感知普適學習的範例

為了更詳細探討情境知覺型普適學習活動，本節提供了一個包含多個學習活動範例的學習環境。以小學自然科學課程中的「植物辨識」單元為例。圖2展示了配備RFID感測器和無線網路的情境感知型普適學習環境。每株目標植物都貼有一個RFID標籤，用於記錄植物的識別數據。每位學生都配備了一台帶有RFID讀取器的PDA，當學生足夠靠近植物時，讀取器可以讀取標籤上的數據。普適學習系統辨識出植物後，即可透過無線通訊從伺服器的植物資料庫讀取相關資訊。

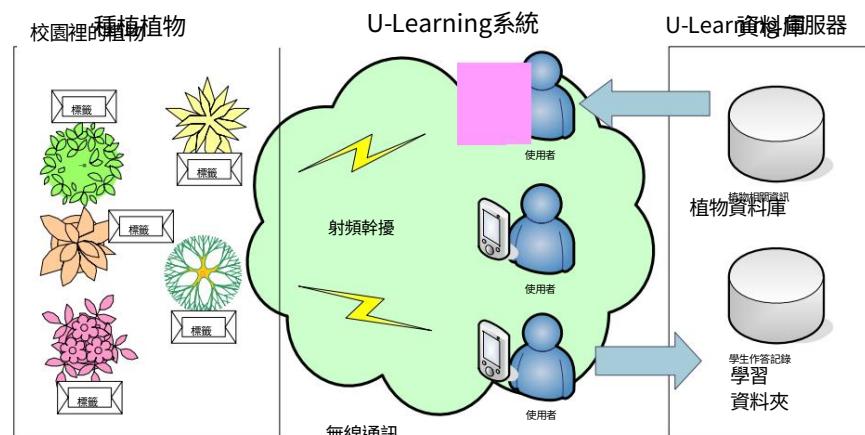


圖 2.情境感知型普適學習環境範例

案例一：在真實世界中學習並輔以線上指導 > 情境感知型普適學習系統：現在我們要學習辨識校園裡的灌木叢。你看得到…

你面前的植物？
學生：是的。

> 情境感知型普適學習系統：你能辨識出這種植物嗎？
學生：編號

情境感知型普適學習系統：它的葉子是什麼顏色的？
學生：綠色。

上下文感知型普適學習系統：這株植物只有一個主幹嗎？
學生：編號

情境感知型普適學習系統：閱讀以下植物的描述（學生點選「繼續」按鈕後，螢幕上會依序顯示三種灌木，如圖3所示）。有三種候選植物：馬纓丹、南天竹和九里香。你認為這是哪一種植物？



圖 3.行動學習設備上顯示的候選植物

學生：Nandin。

> 情境感知型普適學習系統：太棒了！現在向右轉，走到校園轉角處。
(學生按照指示行事。)

情境感知型普適學習系統：你看得到眼前的植物嗎？
學生：是的。

> 情境感知型普適學習系統：你能辨識出這種植物嗎？
學生：是的。

情境感知型普適學習系統：它的名稱是什麼？
學生：蘭塔納。

情境感知型普適學習系統：太棒了！現在環顧校園。你還能找到其他灌木叢嗎？
學生：是的。

> 情境感知型普適學習系統：請走到工廠前方。
(學生按照指示，走向一個南丁。)

上下文感知型普適學習系統：植物的莖是木質的嗎？
學生：是的。

上下文感知型普適學習系統：這株植物只有一個主幹嗎？
學生：編號

情境感知型普適學習系統：它的葉子是什麼顏色的？
學生：綠色。

情境感知型普適學習系統：它叫什麼名字？
學生：Nandin。

> 情境感知型普適學習系統 :太棒了 !現在環顧校園 ,你還能找到其他灌木叢嗎 ?
學生 :是的。

> 情境感知型普適學習系統 :請走到工廠前方 。
(學生按照指示行事。)

情境感知型普適學習系統 :它的名稱是什麼 ?
學生 :Murraya Paniculata Jack 。

>> 情境感知型普適學習系統 :太棒了 !看來你們能夠辨識校園裡的所有灌木叢 。
現在用你的數位相機拍攝這些植物的照片 ,並按照以下說明記下它們的詳細特徵 。

(學生按照指示行事。)
> 情境感知型普適學習系統 :現在我們將學習辨識校園裡的樹木 。
...

案例二 :透過辨識現實世界物件進行評估

情境感知型普適學習系統 :現在我們將評估您對以下類型的了解 :

植物 。第一項測試的限時為15分鐘 。準備好了嗎 ?
學生 :是的。

> 情境感知型 u-learning 系統 :找到校園裡所有的 “草藥” ,當你站在植物前面時 ,點擊學習設備的 “確認”按鈕 。

...
情境感知型普適學習系統 :第二題測驗題的限時為15分鐘 。準備好了嗎 ?
學生 :是的。

> 情境感知型 u-learning 系統 :找到所有葉子形狀像 「針」的植物 ,當你站在這些植物前面時 ,點擊學習設備的 「確認」按鈕 。

...
> 上下文感知普適學習系統 :找出標示為 「松樹」字樣的植物和標示 「落葉杉」的植物 。
比較它們的針跡 。
...

案例3 :結合線上資料搜尋的真實世界觀察 > 情境感知型普適學習系統 :現在我們
要學習如何透過辨識植物特徵來辨識校園裡的植物 。你看得到你面前的植物嗎 ?

學生 :是的。

情境感知型普適學習系統 :你知道這種植物的名字嗎 ?
學生 :編號

> 情境感知型普適學習系統 :連結到植物資料庫 ,這將幫助您辨識植物 。
準備好回答這個問題時 ,請點選 「準備」按鈕 。
...

案例 4 :合作解決問題

(在這種情況下 ,每個合作學習小組由四名學生組成 ,他們的任務是完成校園地圖 。)

情境感知型普適學習系統 :約翰 ,你現在位於校園的西北區域 。你可以在學習設備的螢幕上看到團隊成員的位置 。螢幕右上角有一個通訊窗口 ,你可以與他們進行交流 。你需要做的是完成校園地圖 ,將每棟建築和每條街道都放置在正確的位置 。

(約翰試圖確定建築物的具體位置 。)
情境感知型普適學習系統 :該地點已被湯姆找到的另一棟建築物佔用 。請
檢查一下 。

6. 研究問題與潛在應用

由於具備情境感知功能 ,情境感知型普適學習環境能夠在現實世界中進行更主動、更具適應性的學習活動 ,這使其與電子學習或廣義的普適學習環境截然不同 。同時 ,也出現了各種研究問題 :如何將從感知到的個人和環境情境中提取的新參數應用於提升學生的學習表現 ?

教師如何評估學生在現實世界中的解決問題的能力 ?這種現實世界的…

學習能否與網路資源結合？以下各小節將探討情境知覺型普適學習的研究問題及其潛在應用。

A. 研究問題

本小節提出了有關系統開發、輔導和評估策略以及學習管理的幾個問題：

1. 情境感知型普適學習環境的新教學理論：新的學習模式需要新的教學方法。由於情境感知型普適學習仍處於發展階段，教育研究者可以提出一些關於其教學法的創新思考。或許對現有理論進行一些修改仍然適用於普適學習的實施。例如，一些認知或學習理論（例如情境認知理論，Brown、Collins 和 Duguid，1989）可以進行修訂和重新檢視，以解釋學生在情境感知型普適學習中的學習過程。
2. 情境感知型普適學習的輔導策略：由於情境感知型普適學習可能催生新的學習方式，輔導策略也需要相應調整。應進行更多研究，探討不同輔導策略在各種普適學習實施方式下的教學效果。
3. 情境感知型普適學習的評量策略：評量至關重要，它是教學的一部分。
情境感知型普適學習環境需要更多樣化的評估方式。
情境感知普適學習中所涉及的情境學習、適應性學習和合作學習策略需要更多研究。
4. 普適技術在教育、學習和培訓中的創新和實用應用：鼓勵研究人員實施更具創新性的情境感知普適學習應用，並探索其與其他教學形式互補的潛力。普適技術的實際應用效果仍需更多大規模研究。
5. 情境感知型普適學習與訓練的心理分析：顯然，更能理解與普適學習相關的心理因素有助於教育者或系統設計者發展更合適的學習環境。由於情境感知型普適學習環境能夠記錄每位學習者的各種個人資訊、相關行為和環境參數（作為個人電子檔案），研究人員可以利用這些資料深入分析學生的學習過程以及可能促進學習的相關因素。

B. 實際實施的考慮因素

目前，建構情境感知普適學習系統的成本仍然很高。在嘗試應用情境感知普適學習時，需要考慮以下幾個面向：

- 學習者是否需要有系統的支持？
- 他們需要個人化指導嗎？
- 是否需要主動提供指導或支援？
- 學習者在學習過程中是否需要頻繁更換地點？
- 學習者需要在現實世界中學習嗎？現實世界中的線上學習是否比模擬、線上學習或簡單的講座更好？
- 學習者的環境（例如地點或環境溫度）是否會影響學習過程？
- 該系統未來是否可用於其他學習者？

如果上述大部分問題的答案都是“是”，教育工作者可以考慮實施。我們認為，科學（例如，動植物觀察）、口語練習、體育或某些工廠的線上培訓等學科可能更適合應用線上學習。

7. 結論

儘管普適學習或情境感知學習環境已引起電腦科學和教育領域研究人員的關注，但建構一個功能齊全的普適學習環境的標準仍有待確定。

尚不明確。本文嘗試定義普適學習環境的基本標準，並提出多種普適學習活動模式。可以看出，普適學習環境中存在多種個人和環境參數，因此系統可以提供更具適應性的支援。

此外，在這種情境感知環境中，可以訓練和評估學習者在現實世界中的觀察能力和解決問題的能力。

基本上，在情境感知型普適學習環境中可以提供幾個層次的個人化指導：對於初學者，可以提供針對現實世界操作或觀察的自適應支持和指導；然而，對於具有不同背景和經驗的經驗豐富的學習者，則只提供提示或必要的警告。

致謝

本研究部分由台灣國家科學委員會資助，合約編號分別為 NSC 96-2520-S-024-004-MY3 和 NSC 95-2520-S-024-003-MY3。

參考

Abowd, GD (1999). 2000 年教室：對生活教育環境進行儀器化的實驗。
IBM 系統雜誌，38 (4)，508-530。

Beigl, M. & Gellersen, HW 與 Schmidt, A. (2001)。MediaCups：電腦增強日常物品的設計和使用經驗。電腦網絡，35 (4)，401-409。

Bomsdorf, B. (2005)。學習空間的適應性：支持高等遠距教育中的普適學習。
在德國達格斯圖爾城堡舉行的行動運算與環境智慧會議：多媒體的挑戰：達格斯圖爾研討會論文集 05181 上發表的論文。

Brown, JS, Collins, A., & Duguid, P. (1989). 情境認知與學習文化。教育研究者，18 (1)，32-42。

Cheng, L. 與 Marsic, I. (2002)。無線/行動普適計算的分段網路感知服務。
行動網路與應用，7 (4)，269-278。

Cheng, Z., Sun, S., Kansen, M., Huang, T., & He, A. (2005)。透過比較學習教學需求與學習者行為建構個人化普適教育支持環境。第19屆IEEE高級資訊網路與應用國際會議論文集（第567-573頁），洛斯阿拉米托斯：IEEE電腦學會。

Feeney, LM, Ahlgren, B., & Westerlund, A. (2001)。自發性網路：以應用為導向的自組織網路方法。IEEE通訊雜誌，39 (6)，176-181。

Fosnot, CT (1996)。建構主義：理論、視角與實踐。紐約：教師學院出版社。

Hwang, GJ (2006)。普適學習的標準與策略。IEEE感測器網路、普適和可信任計算國際會議論文集（第 72-77 頁），洛斯阿拉米托斯：IEEE 電腦協會。

Hwang, GJ, Wu, TT, & Chen, YJ (2007)。普適計算技術在教育上的應用。遠距教育科技期刊，5 (4), 1-4.

Joiner, R., Nethercott, J., Hull, R., & Reid, J. (2006)。使用普適科技設計教育經驗。人機交互，22 (1), 67-76。

Kawahara, Y., Minami, M., Morikawa, H., & Aoyama, T. (2003)。普適計算環境的現實世界網路。IPSJ SIG 技術報告 (UBI-1-1), 2003 (39), 1-6.

Kindberg, T. 與 Fox, A. (2002)。普適計算系統軟體。IEEE普適計算，1 (1)，70-81。

Kwon, O., Yoo, K., & Suh, E. (2005). ubiES :部署普遍計算技術的主動服務的智慧專家系統。論文發表於2005年1月3日至6日在夏威夷舉行的第38屆夏威夷國際系統科學會議 (HICSS 05)。

Lonsdale, P., Baber, C., Sharples, M., & Arvanitis, T. (2003). 用於促進行動學習的脈絡感知架構。論文發表於2003年5月19-20日在英國倫敦舉行的 MLearn 2003 會議。

Minami, M., Morikawa, H., & Aoyama, T. (2004). 普遍計算應用中基於命名的服務組合系統設計。2004年國際應用與互聯網研討會論文集 (第304-312頁) , 洛斯阿拉米托斯 :IEEE 計算機協會。

Ogata, H., & Yano, Y. (2004). 以電腦支援為導向的普遍學習的脈絡感知支援。第二屆IEEE無線與行動技術教育國際研討會論文集 (第27-34頁) , 洛斯阿拉米托斯 :IEEE電腦協會。

Ponnekanti, SR, Lee, B., Fox, A., Hanrahan, P., & Winograd, T. (2001). ICrafter :普遍運算環境的服務架構。計算機科學講義 ,2201 , 56-75。

Rodríguez, M., & Favela, J. (2003). 普遍運算環境中支援自主代理的架構。論文發表於普遍計算系統支援研討會。第五屆普遍計算年會 (UbiComp 2003) , 2003年10月12-15日 , 華盛頓州西雅圖。

Rogers, Y., Price, S., Randell, C., Fraser, DS, Weal, M., & Fitzpatrick, G. (2005). 普遍學習整合室內外學習經驗。ACM通訊 ,48 (1) , 55-59。

蔡志強 (2001)。科學教學的詮釋建構設計模式及其在台灣網路教學的應用。《國際教育發展期刊》 ,21 ,401-415。

蔡志強 (2005)。對網路為基礎的學習環境的偏好 :高中生對科學學習的看法。《教育科技與社會》 ,8 (2) ,203-213。

Uemukai, T., Hara, T., & Nishio, S. (2004). 普遍計算環境中普遍終端輸出資料選擇方法。第24屆分散式運算系統國際會議研討會論文集 (第562-567頁) , 洛斯阿拉米托斯 :IEEE計算機協會。

Yang, SJH (2006). 同儕協同學習的脈絡知覺普遍學習環境。
教育科技與社會 ,9 (1) ,188-201。

Yang, SJH, Zhang, J., Chen, IYL (2007). 普遍提供上下文感知的 Web 服務。國際 Web 服務研究雜誌 ,4 (4), 83-103.