

以位置和情境感知網絡為基礎之主動式校園資訊服務系統

黃志泰

德明財經科技大學資管系

hgt@takming.edu.tw

摘要

位置和情境感知是一個比較新的研究應用領域，主要是利用各式無線定位與環境感測器來獲取位置和環境資訊來主動改善應用系統的操作與服務。而本研究結合無線定位、衛星定位、無線射頻等在校園內建構出具有位置和情境感知能力的主動式校園資訊服務系統，以提供各式地域化、個人化與主動化的校園資訊服務。我們運用無線定位、衛星定位、無線射頻等多重感測網絡來佈建出一個無縫隙的校園無線感測網絡，然後透過校園網路交換與傳遞訊息，最後經由校園情境本體論以計算或推論出目前使用者的位置與週遭環境資訊，以感知出使用者的需求，以主動提供最適化的個人校園資訊服務。

關鍵詞：位置和情境感知、校園行動資訊服務、資訊擷取、情境本體論。

Abstract

The evolution of mobile devices, location sensing, and wireless networkings have created a new class of services: location and context aware services. Such devices provide access to information processing and communication capabilities but do not necessarily have any awareness of the context in which they operate. "Context-aware" computing describes the special capability of an information infrastructure to recognize and react to that real-world context.

In this work, we apply the campus context ontology and context-aware computing to support high-level real-time information provides and service discovery within campus. We present a novel idea of an Agent Grid model, which can be used to add value to service discovery in campus by prioritizing and classifying the services. Our model can also be used for triggering actions and even for proactive service discovery.

Keywords: Location and context awareness, Campus mobile information services, Context Ontology, Information extraction.

1. 前言

目前校園大多建構了無線上網的環境，只要透過具有無線網卡的移動式通資設備如筆記型電

腦、智慧型手機等，就能隨時隨地的連上校園網路，而學校亦利用此環境提供各式即時的校園資訊服務，使用者只要利用手邊的移動式通資設備，連上校園網路登入校園資訊服務系統，理論上就可以查找他們所要的資訊服務。

不過，由於校園資訊服務系統大多是被動式的，若服務的對象不主動登入校園資訊服務系統，就很難獲知這些即時資訊或服務，究其原因，這都是因為校園資訊服務無法提供地域化、個人化與主動化的資訊服務所造成的。而地域化、個人化與主動化的校園資訊服務需要依賴目前使用者的位置與週遭環境資訊，這就是所謂的位置和情境感知 (Location and Context Awareness)，需要利用各式無線定位與環境感測網絡 (Wireless Sensor Network, WSN) 以獲取位置和環境資訊來改善應用系統的操作與服務。若應用系統能瞭解目前使用者的位置與週遭環境資訊，進而能自動調整服務內容或改善系統的操作功能，我們就稱這些系統是具有位置和情境感知能力的應用系統。

而透過 WSN 的應用可以在校園內建構出具有位置和情境感知能力的校園資訊服務系統，以提供各式地域化、個人化與主動化的校園資訊服務。因此，本研究運用無線定位、衛星定位及無線射頻等多重感測網絡來佈建出一個無縫隙的校園無線感測網絡，然後透過校園網路交換與傳遞訊息，最後經由校園情境本體論以計算或推論出目前使用者的位置與週遭環境資訊，以感知出使用者的需求，以主動提供最適化的個人校園資訊服務。

2. 相關文獻探討

行動用戶在使用行動資訊服務時，會因環境與位置的改變而期待獲得不同的資訊服務，而為了提供這類的行動資訊服務，目前許多研究都朝情境感知 (Context-aware) [3] 的概念發展，這是因為行動使用者本身、所處環境及時空因素，都可能影響使用者的資訊服務需求，而要提供切合使用者需求的資訊服務，其關鍵就在於如何掌握背景環境資訊。所以有些研究使用用戶資料庫 [7]，透過分析行動使用者的資料，來達成動態調整資訊服務的內容。此外，較多的研究都是採用使用者資訊檔 (User Profile) [13]，其作法大多根據使用者喜好或是習慣行為來動態選擇資訊內容，例如 Jin 和 Miyazawa [7] 的研究，利用使用者資訊檔搭配動態群集服務 (Dynamic Group Services) 來動態調整服務內容，

其概念是將具有相同屬性的使用者歸類在同一群集裡面，分出許多群集，不同項目的群集之間的各種組合再形成視野（View），經過這些分類之後，每個使用者只屬於一個視野，系統就針對各種視野中的使用者給予設定好的服務內容，藉此達成動態調整資訊服務內容的目的。

不過，之前之研究大多是提供固定的資訊服務，時空因素較少考量，只是針對不同的使用者、不同的需求去調整服務內容而已。這種服務方式只能說是虛擬的個人化服務而已，尚無法提供「時效性」與「地域性」的動態資訊服務，這是因為尋找當下行動使用者所需的、適當的資訊、資源與服務，對電腦來講是一個很大的挑戰。Garlan[5]的研究宣稱是人類的感知(human awareness)行為造成此類研究的瓶頸，尤其是要配合行動使用者的時空環境改變來動態的提供最適當的、相關的、即時的資訊與資源服務最為困難。因為其問題一個是出在時空環境的認知，另一個問題是如何發現最適當的資訊服務？

針對這些問題最普遍的解決方法是環境認知提示[4][10][11](context aware reminder)或者是環境觸發資訊服務[2]，這些方法主要是透過環境認知提示來觸發、發現與提供對應的資訊服務，而另外一種類似的解決方法則採取通知發送方式，配合一階邏輯規則與背景情境的認知來遞送最適當的資訊服務[9][12]，或者是再結合使用者資訊檔與環境認知來提供最適化的資訊服務[14]，而這類的研究目前最新的發展是採用語意網(Semantic Web)與環境認知來提供具「時效性」與「地域性」的即時資訊服務[6]，所謂語意網，簡單的說就是要把全球資訊網上的資料，變成電腦能理解的資料型態，而語意網在建構方法上一般是採用本體論(Ontology)透過XML和RDF等網路語言，提供智慧型代理人程式(Agent)解讀，使得本體論不再只是表達詞彙之間的關係，還可包括詞彙和資源之間的關係、以及資源和資源之間的關係，並可透過邏輯式將法則表達在本體論上以作為推論的法則[15]，所以理論上可配合推理機制來分析出行動使用者的意圖，以提供適時、適量的即時資訊服務。

上述這些研究，或許片面的解決了位置和情境感知應用服務的問題，但是皆未全面性的探討或研究位置和情境感知應用服務架構的問題，因此，本研究提出以資訊網路與Agent Grid來作為位置和情境感知應用服務運作的核心架構，除此之外，我們亦探索與研究本體論與環境感知之對應關係，以發展出具「個人化」、「時效性」與「地域性」的位置和情境感知應用服務系統。至於細部的研究架構則在下一章節中詳述。

3. 主動式校園資訊服務系統架構

我們所提出的以位置和情境感知網路為基礎之主動式校園資訊服務系統，其系統架構主要是由

三個模組所組成，如下圖1所示。

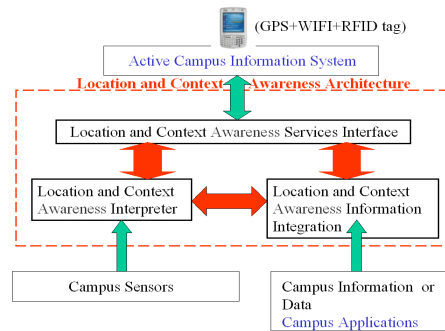


圖1 以位置和情境感知網路為基礎之主動式校園資訊服務系統架構圖

基本上，我們希望佈建在校園的各式感測器(Campus Sensors, 比如無線基地台-AP、RFID讀取器等)所提供的位置和環境資料，在經過位置和情境感知轉譯模組(Location and context Awareness Interpreter)處理後，能變成主動式校園資訊服務系統(Active Campus Information System)可以接受、理解或處理的資訊，而各類來源的校園資訊服務系統(Campus Applications)的資料或資訊，亦可透過位置和情境感知資訊融合模組(Location and context Awareness Information Integration)來擷取分析後，轉換為位置或環境相依之資訊並可加以整併與融合，位置和情境感知服務介面模組(Location and Context Awareness Services Interface)則是用來與移動式裝置上的主動式校園資訊服務系統互動，除幫助主動式校園資訊服務系統獲取位置和環境資訊外，並進一步幫助主動式校園資訊服務系統推理、調整或獲取各類服務內容與改善系統的操作功能。

所以具位置和情境感知之校園資訊服務架構，基本上是一個獨立於感測器和應用系統平臺的服務導向架構，而此服務導向架構則以資訊網路與Agent Grid的概念來構築，我們提出以資訊網路與Agent Grid來作為位置和情境感知應用服務運作的核心架構，主要是延續2006年我們在C4ISR系統(軍事指管通情系統)的初步研究成果[1]，此概念初始於1990年代中期，美軍為使作戰者可以在任何時間、任何地點，選擇適當當前作戰任務的資訊服務，提出網格的概念架構，之後美軍為增強系統架構相互間的操作性和通用性，再提出Agent Grid的概念，希望應用代理人程式技術概念，使得基於Agent的系統能形成一個整體服務架構，以增強其相互間操作性和通用性。因此，在本研究中我們延續此一概念，在校園中建構出位置和情境感知應用服務架構，所以，在應用服務架構上採用W3C組織的網路服務標準，來做到資訊網路概念中異質資訊源存取與共用的要求，因為網路服務架構是以服務為導向，透過XML-Based或Document-Based的訊息傳遞溝通方式，就可做到跨平台與分散式異質環境的整合。根據W3C的定義，網路服務為一種用URL(Uniform Resource Locator)來辨識的應用程

式，網路服務能夠被其他的代理程式所發現，並經由網路通訊協定傳送訊息來觸發。網路服務的基本架構就如同圖 2 所示，服務提供者提供資訊服務，並向服務仲介者註冊服務，服務仲介者將服務提供者的服務描述存放起來，此服務描述包括如何去鏈結此服務的細節與服務項目等資訊，然後服務需求者就透過服務仲介者去獲知此網路服務的位址與如何去獲取資訊服務的方法，若是服務需求者剛好在服務仲介者找到相關服務描述，就可以直接經由服務描述去鏈結服務提供者，並使用該項服務內容。

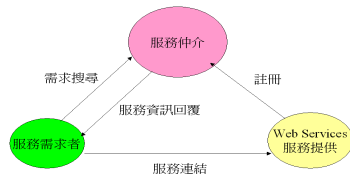


圖 2 網路服務架構圖

事實上，我們提出的位置和情境感知應用服務架構，若以系統運作流程來看，是一個多重代理人程式整合多重網路資訊服務(Multi-Agents and Multi-Services)的系統運作架構，如下圖 3 所示。我們將本研究所發展的位置和情境感知應用服務架構的三個模組展開來看，可以發現位置和情境感知轉譯模組主要是由位置和情境感知代理人程式及地理資訊代理人程式所組成，而位置和情境感知資訊融合模組則是由資訊服務擷取與融合代理人程式及服務仲介代理人程式所組成，並會共用地理資訊代理人程式，至於位置和情境感知服務介面模組則是由需求分析與資訊及服務呈現等二大類的代理人程式所組成，而我們的系統運作模式主要是靠這些具有各類獨特功能的代理人程式，在校園資訊網絡上彼此溝通、協調與分工合作，以提供並滿足不同使用者在不同位置和情境下的資訊服務需求與系統運作服務。

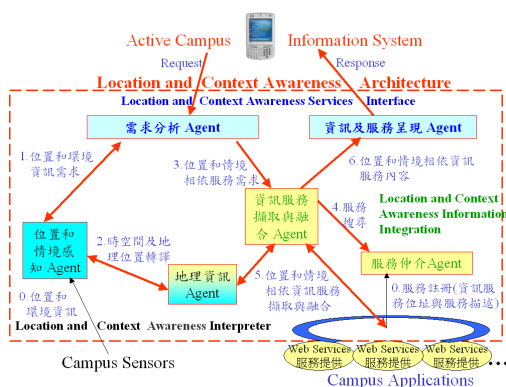


圖 3 以位置和情境感知網絡為基礎之主動式校園資訊服務系統細部運作流程圖

首先，各類校園資訊服務系統必須先向服務仲介代理人程式註冊服務描述，待移動式裝置上的主動式校園資訊服務系統向需求分析代理人程式提

出需求(Request)後，由需求分析代理人程式進行需求分析與紀錄，然後向位置和情境感知代理人程式查索相關的位置和情境資訊，此時位置和情境感知代理人程式就會接收與分析各類感應器所傳送過來的位置和環境資訊，並主動協調地理資訊代理人程式進行必要的時空位置資料轉譯，待需求分析代理人程式接收到位置和情境感知代理人程式回覆之位置和情境資訊後，就分析轉換為位置和情境相依服務需求，再交由資訊服務擷取與融合代理人程式進行校園資訊服務擷取與融合，此時資訊服務擷取與融合代理人程式先向服務仲介代理人程式進行位置和情境相依的校園資訊服務位址與對應的資訊服務描述格式檢索，然後再進行校園資訊服務擷取項目與工作任務分配，以觸發對應的資訊服務擷取代理人程式進行資訊服務擷取，並配合地理資訊代理人程式進行必要的時空位置資訊服務過濾，此部份的工作是透過校園資訊網絡來彼此溝通協調與整合運算，以完成校園資訊合成與資訊服務重組的工作，最後再交由資訊及服務呈現代理人程式依據移動式裝置上的應用程式需求與應用程式載台特性，做出對應的位置和情境感知資訊服務展現與操作功能畫面調整。

我們提出的位置和情境感知應用服務架構，除代理人程式與網路服務技術運用外，核心的技術問題還有如資訊傳遞、交換與協調、服務描述與發現等，針對這些問題，基本上是利用資料庫及 W3C 的網路服務架構(以 XML 的方式)來傳遞與交換訊息，以初步實現多重代理人程式整合多重網路資訊服務的架構，以達到跨平台的作業特性。但是，如何理解與推理當時所處的背景環境概念(情境感知)，然後透過背景環境概念分析，能推理或衍知出行動使用者的意圖或服務需求，則必須靠情境本體論。至於細部的情境本體論與環境感知對應模式則在下節中說明。

4. 情境本體論與環境感知對應模式

本體論的組成可分為實體(entity)、屬性(attributes)、以及關聯(Relationship)三個邏輯元件；「實體」指的是特定領域中有形或無形的重要的事物，如人、角色、時間等；「屬性」則用以敘述實體的特性以及可能的範圍，如顏色、重量等；而「關聯」則用以說明實體與實體間或實體與屬性間的規則與關係。一個本體論收集存在某個領域中的實體或概念，並將其分門別類，然後串聯形成分類體系。此外，又收集每一類別的性質，每一個性質描述擁有該性質的類型和其它類型的關係，或者說明該性質的值為何。本體論是借用 RDF 的 XML 語法表示的，因此當收到一個 RDF 文件，根據該文件所參考的本體論內容，就可以了解當中的知識概念，然後透過概念關係經由推理機制就能具有推理能力。因此應用在情境感知就能靠些許的位置或環境資訊，如所處道路、地標、區域、時間等，結合所

參照到的本體論內容，理解當時所處的背景環境概念(情境感知)，然後透過背景環境概念分析，經由推理機制推理行動使用者的意圖，就能主動提供具有「時效性」與「地域性」的即時資訊服務。

因此，本研究採用本體論來將各種校園情境塑模(Modeling)，也就是將各實體(人的角色、位置、服務等)的關係描述出來。採用本體論來表達情境還有一項優點，可以將情境有效的分享和溝通給其它的情境感知應用，而我們的情境本體論模式主要是根據 X. H.Wang 等人[16]所提出的情境本體論(Context Ontology)來塑模，它將情境本體論分為 4 個情境因子，分別為計算實體(Computing Entity)、人(Person)、位置(Location)、行為(Activity)，在其上面用類別情境實體(Context Entity)做為參考的點來宣告上層的本體論，然後在這 4 個基本的類別下去定義各領域的本體論和其類別、屬性。如下圖 4 所示。

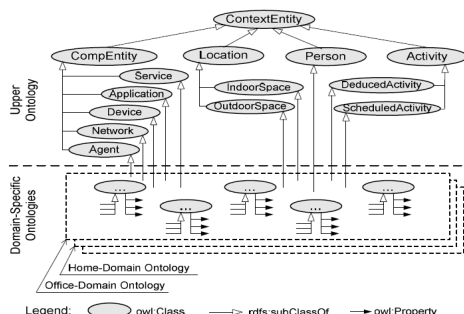


圖 4 X. H.Wang 等人所提出的情境本體論

若直接把 X. H.Wang 等人所提出的情境本體論套入我們的環境感知系統架構中將如圖 5 所示。

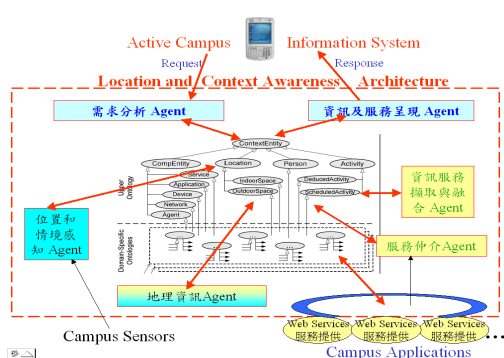


圖 5 情境本體論與環境感知對應模式架構圖

不過，為了簡化情境本體論的設計與適應本系統的校園情境模式，因此，我們將 X. H.Wang 等人所提出的 4 個情境因子，分別簡化為資訊服務(Service)、組織(Organization)、位置(Location)等 3 個情境因子(行為情境因子暫不考慮)，然後在這 3 個基本的類別下去分別定義出整個校園的個別情境子類別、屬性與關聯等。而整個校園情境本體論的設計，是採用 OWL(Web Ontology Language，是一種本體論的描述語言)語言，因為 OWL 可以明確的表示詞語的意思和詞語間的關係，而這些詞語意

思和它們間關係的描述便是本體論，目前 OWL 有三種子語言，分別為 OWL Lite、OWL DL 與 OWL Full，因本研究所建構之校園情境本體論必須能夠描述複雜的關係，所以選擇的本體論語言必須能支援推理，因此選用 OWL DL 此具有敘述邏輯能力的語言來支援。

為配合下述之情境案例說明，我們節錄部份的校園情境本體論關聯圖(圖 6、7、8)，先來說明簡化後的 3 個情境因子。

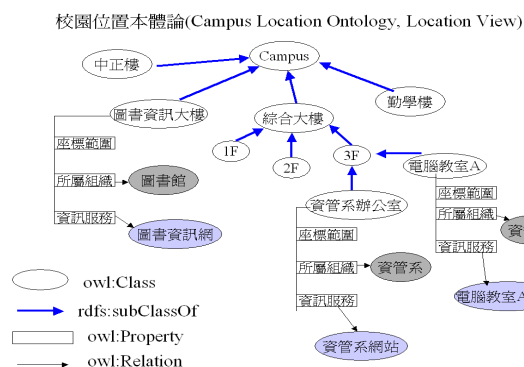


圖 6 部分校園位置情境本體論架構圖

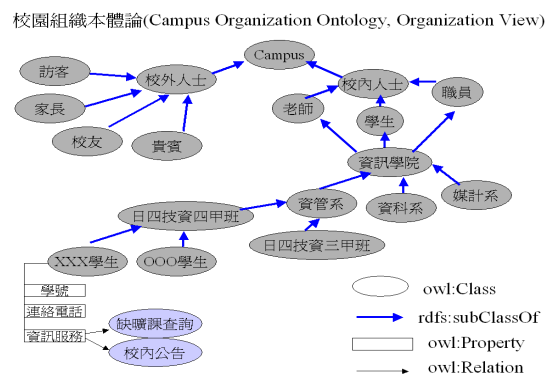


圖 7 部分校園組織情境本體論架構圖

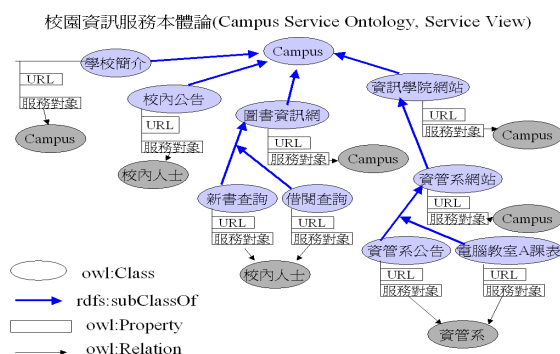


圖 8 部分校園資訊服務情境本體論架構圖

我們建構的 3 個情境因子可以看成是 3 個視介(View: Location View、Organization View、Service View)，主要的目的是希望透過這 3 個 view 的交集後，能直接獲知與位置和情境感知有關的資訊服務。比如說某學生現在位於圖書資訊大樓附近，經交錯圖 6、7、8 的三個 View 後，系統將依序主動

提供新書與學生個人借閱查詢資訊服務。

5. 系統運作流程情景說明

底下我們以一個資管系學生在某資管系所大樓活動的情景來描述整個系統運作的細部流程，假設此樓層的資管系辦公室佈告欄前佈建有 RFID 讀取器(RFID READER)，在辦公室與電腦教室的走廊間架設了無線基地台(WLAN AP)，而學生攜帶了具有內建 GPS、RFID TAG、WLAN 的行動裝置(PDA 手機)，如下圖 9 所示。

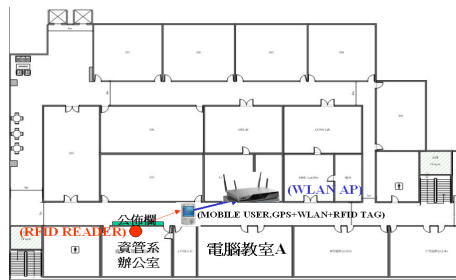


圖 9 主動式校園資訊服務系統運作情景

Step1:

首先位置和情境感知代理人程式會查索與接收到從行動裝置(PDA 手機)的 GPS、RFID READER、WLAN AP 等感應器所傳送過來的相關位置和情境資訊及行動裝置使用者的個人資訊，此時位置和情境感知代理人程式就會分析各類感應器所傳送過來的的位置和環境資訊，並主動協調地理資訊代理人程式進行必要的時空位置資料轉譯，以建構或查索出目前的位置及組織情境本體論的情境因子，如下圖 10 所示。

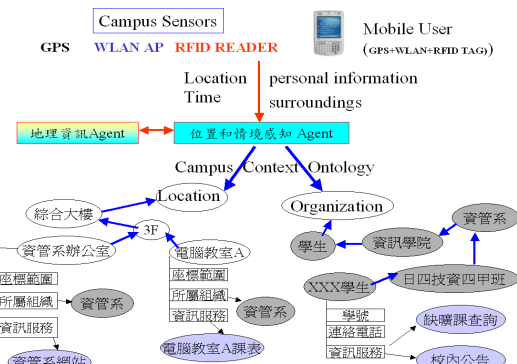


圖 10 位置及組織情境本體論情境因子查索

Step2:

待需求分析代理人程式接收到位置和情境感知代理人程式回覆之位置和組織情境因子資訊後，就會結合資訊服務情境因子分析獲知位置和情境相依的資訊服務項目，比如說以此位置場景而言，就可提供資管系公告、電腦教室 A 課表、資管系網站首頁、資訊學院網站首頁、學生缺曠課查詢與校內公告等資訊服務，因為理論上在某一校園位

置，可能可提供眾多的資訊服務，所以必須定出其優先順序，因此我們採用案例式推理方法，所以此時需求分析代理人程式就會從案例資料庫中去學習或推理出目前這個資管系學生的資訊查索習性，我們採用的演算法主要是參考 Kolodner[8]所提的公式，此公式是運用案例中屬性的權重計算新案例和案例知識庫內案例的相似度，透過此案例推理的演算法，案例知識庫會隨著使用的時間和案例的使用次數，來調整案例屬性的權重，透過如此不斷的調整，讓系統在往後的推理結果更具準確度，推理出來的服務會更符合使用者的需求。因此，最後就能定出資訊服務的優先順序，以此場景而言，就能決定是要先查索電腦教室課表或先要觀看公佈欄公佈的訊息，如下圖 11 所示。

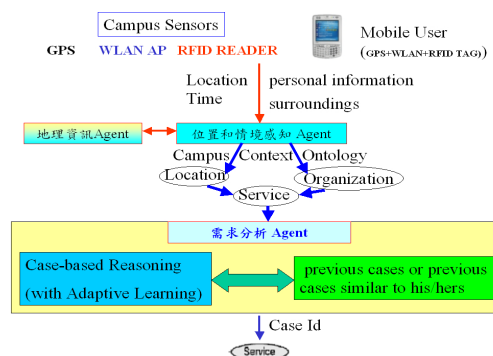


圖 11 位置和情境相關資訊服務需求分析

Step3:

待資訊服務擷取與融合代理人程式接收到相關的位置和情境相依服務需求後，資訊服務擷取與融合代理人程式便進行校園資訊服務擷取與融合，此時資訊服務擷取與融合代理人程式先向服務仲介代理人程式進行位置和情境相依的校園資訊服務位址與對應的資訊服務描述格式檢索，然後再進行校園資訊服務擷取項目與工作任務分配，以觸發對應的資訊服務擷取代理人程式進行資訊服務擷取，並配合地理資訊代理人程式進行必要的時空位置資訊服務過濾，此部份的工作是透過校園資訊網絡來彼此溝通協調與整合運算，以完成校園資訊合成與資訊服務重組的工作，如下圖 12 所示。

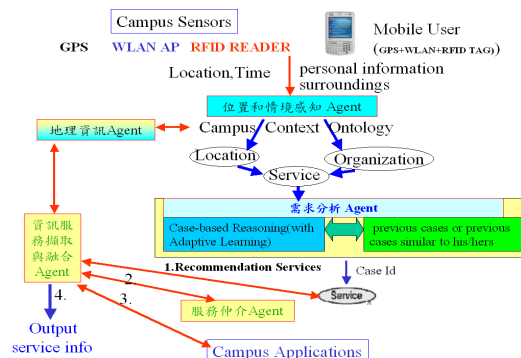


圖 12 位置和情境相關資訊擷取與融合

Step4:

最後再交由資訊及服務呈現代理人程式依據移動式裝置上的應用程式需求與應用程式載台特性，做出對應的位置和情境感知資訊服務展現與操作功能畫面調整，以此情境來講，系統可能優先顯示出系所之最新訊息，之後可能為電腦教室的使用時間表，如下圖 13 所示。

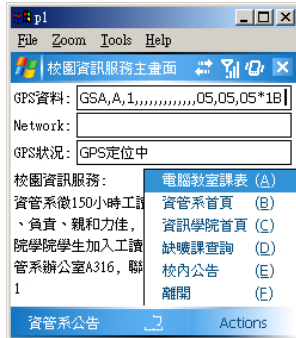


圖 13 主動式校園資訊服務系統畫面

6. 結論與未來發展

本研究主要是提出一個以位置和情境感知網絡為基礎之主動式校園資訊服務系統架構與運作模式，並以校園情境本體論做為建構或查索當前位置及組織情境本體論的情境因子，以推導出最適當的校園資訊服務，不過，現階段的校園情境本體論還是需要靠人力建立，雖然只是針對校園環境，其工程也相當浩大，仍待時日才能完成，其次，校園中許多的資訊服務，牽扯到權限與使用安全，所以本系統現階段還是以一般性、公開性的資訊服務為主，其餘有關個人的資訊服務還有待後續發展與努力。

參考文獻

- [1] 黃志泰, "以資訊網絡與 Agent Grid 概念建構 C4ISR 系統", 第十七屆物件導向技術及應用研討會, 2006.09.12。
- [2] Brown P., "Triggering information by context", Personal Technologies, 2(1), pp. 1-9, March 1998.
- [3] DEY, A. K., "Understanding and Using Context", Personal and Ubiquitous Computing, pp. 20-24, 2001.
- [4] Dey A. and Abowd G., "CybreMinder: A context-aware system for supporting reminders", Proc 2nd International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, pp.172-186, Bristol, UK, 2000.
- [5] Garlan D., Siewiorek D., Smailagic A., and Steenkiste P., "Project Aura: Towards Distraction-Free Pervasive Computing", IEEE Pervasive Computing, special issue on Integrated Pervasive Computing Environments, Volume 1, Number 2, pp 22-31, April-June 2002.
- [6] Jari Forstadius, Ora Lassila, Tapio Seppanen, "RDF-Based Model for Context-Aware Reasoning in Rich Service Environment", 3rd IEEE Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom 2005 Workshops), pp.15-19, 8-12 March 2005, Kauai Island, HI, USA.
- [7] Jin, L. and Miyazawa, T., "MRM server: a context-aware and location-based mobile e-commerce server", Proceedings of the 2nd international workshop on Mobile commerce, pp.33-39, 2002.
- [8] Kolodner J., "Case-Based Reasoning", Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA, 1993.
- [9] Lei H., Sow D., Davis II S., Banavar G. and Ebling M., "The design and applications of a context service. Mobile Computing and Communications Review", Volume 6, Num. 4, ACM Press, pp. 45-55, 2002.
- [10] Marmasse N. and Schmandt C., "Location-aware information delivery with commotion", Proc of the 2nd International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC2000), pp. 157-171, Bristol, UK, 2000.
- [11] McCarthy J. and Anagnost T., "EventManager: Support for the peripheral awareness of events", Proceedings of the 2nd International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, pp. 227-235, Bristol, UK, 2000.
- [12] Ranganathan A., Campbell R., "An Infrastructure for Context-Awareness Based on First Order Logic", Personal and Ubiquitous Computing, Volume 7, Issue 6, pp. 353 - 364, 2003.
- [13] S. Yu, S. Spaccapietra, N. Cullot and M.-A. Aufaure, "User Profiles in Location-based Services: Make Humans More Nomadic and Personalized", The Proceeding Databases and Applications - 2004, p.419, 2004.
- [14] Suryanarayana L., Hjelm J., "Profiles for the Situated Web", WWW2002, Honolulu, Hawaii, USA, May 7-11, 2002.
- [15] Uschold, M. and Gruninger, M., "On-tologies: Principles, methods and applications," The Knowledge Engineering Re-view, vol. 11, No. 2, pp. 93-136, 1996.
- [16] X. H. Wang, T. Gu, D. Q. Zhang, H. K. Pung., "Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL", In Proceedings of Workshop on Context Modeling and Reasoning (CoMoRea 2004), In conjunction with the Second IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2004), Orlando, Florida USA, March 2004.