

無線感知技術的應用

■ 巫芳璟 · 曾煜棋

你常常忘記關燈嗎？或感覺室內空調系統太冷，但是你的同事卻覺得很熱嗎？萬一發生火災時，應該要往哪裡逃生？你常常想知道附近有什麼好吃好玩的嗎？或去火車站怎麼走最快？讓環境感知與位置感知應用服務來幫助你吧！

微機電系統（micro electro mechanical systems, MEMS）是一項跨領域，整合半導體製程、電子、資訊、自動控制和通訊的技術，它開啓了無線感知技術應用無限的可能性。

無線感知技術主要包括「環境感知技術」和「位置感知技術」。環境感知技術利用微型感測器形成的無線感測網路（wireless sensor network, WSN），監測環境中的溫度、溼度、光度、空氣品質等，並經由無線傳輸的方式把監測資料送到後端的資料收集中心或基地台。然後，根據資料收集中心所收集的資料，了解環境的狀態，並開發多元的應用，帶來更方便的生活。位置感知技術則利用使用者所攜帶配有GPS的手持裝置，例如手機、PDA等，感知使用者所在的地理位置，提供所需服務。

環境感知的應用服務

根據IC Insight預測，到2011年，全球微機電感測器會有112億美元的市場，年複合成長率高達30%。其中主要的應用是一般消費性電子產品、通訊、工業自動化等，而成長最快的感測器，則是應用於Wii中的加速度感測器。Wii已成功地走入生活中，也把無線感測網路帶入生活，提供更方便的生活。



智慧型家電系統

近年來，國內外研究單位投注許多資源，開發無線感測網路的應用服務，涵蓋了商業、娛樂、軍事、醫療、教育等方面。本文將介紹如何透過無線感測網路的軟硬體設計，來實現智慧型家電系統和災難救助與室內導航系統。

無線感測網路的軟硬體設計 無線感測網路主要由大量微型無線感測器所組成，而設計一套無線感測網路的應用服務，必須處理硬體設計和軟體設計兩方面的問題。

在感測器的硬體設計方面，每一個微型無線感測器必須包含：

感測單元—負責監測環境的資料，並把收集的資料轉換為數位訊號送給處理單元。

處理單元—功能類似一個簡單的個人電腦，具有儲存資料、執行運算、協調控制無線感測器內各個單元的能力，負責執行事先載入的程式，啟動感測單元收集環境的資料，並把資料彙整後透過傳輸單元傳送回後端。

無線傳輸單元—透過無線電波負責連接感測器與其他感測器之間的通訊，執行通訊協定，並把感測器的資料傳送給資料收集中心。

電力供應單元—負責提供無線感測器中所有單元的電力，任何一種功能運作都必須使用電源，因此這是感測器中十分重要的單元。

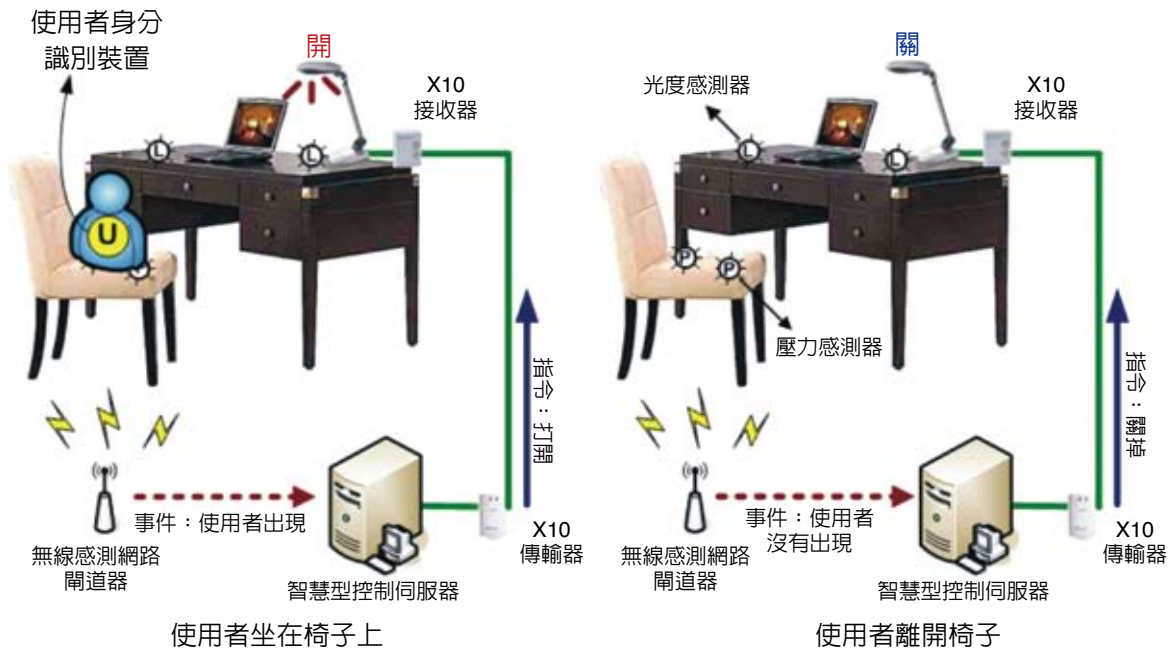
在軟體設計方面的問題包括：

開發元件整合韌體—元件整合韌體扮演著軟硬體協調控制的角色，由於感測器硬體是由不同硬體單元組成，因此需要預先載入元件整合韌體程式，負責協調控制各硬體單元間的互動。此外，根據應用系統的特性，元件整合韌體必須負責把上層應用系統決策轉換為硬體控

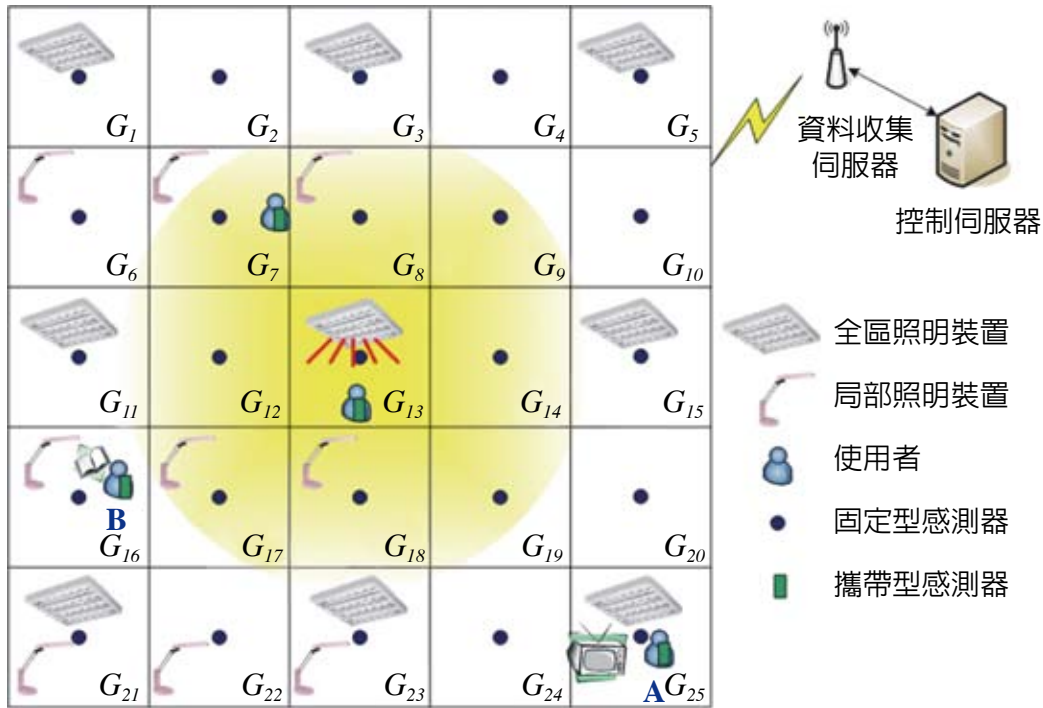
制指令，控制下層硬體執行感測、運算、通訊等工作。

開發通訊軟體—無線感測網路的應用，通常需要在大區域及大規模的環境下布建大量感測器。在這個龐大的網路下，設計一套有效率的傳輸協定及分散式的運算，讓感測器所收集的資料能夠順利傳回後端資料收集中心，是決定這個無線感測網路是否能夠成功運作的關鍵。

此外，由於感測器本身構造簡單且能使用的電力有限（目前感測器多半以電池來供應電源），再加上感測器可能受到環境的侵蝕與毀損，容易損壞或耗盡電源，因此在規劃感測網



在左圖中，判讀結果是使用者正坐在椅子上，智慧型控制伺服器就會下達命令給連接檯燈的X10控制裝置，開啓這位使用者習慣使用的光度，提供舒適的亮度。在右圖中，當使用者離開椅子後，系統會判斷他已離開椅子不繼續看書，便會下達關閉檯燈的命令，以節省電力。



智慧型室內燈光調節 無線感測網路可切割為許多網格，在每一個網格中放置一個無線感測器。環境中考量了兩種燈源裝置：全區照明裝置和局部照明裝置。全區照明裝置的照明範圍較大，可包含數個格網，如一般辦公室天花板的日光燈，圖中央燈具就是一個全區照明裝置，它的照明範圍是格網G₇、G₈、G₉、G₁₂、G₁₃、G₁₄、G₁₇、G₁₈與G₁₉。局部照明裝置照明範圍較小，是單一格網，例如圖中G₁₆格的檯燈。

路時，必須強化省電設計，延長感測器使用時間，並避免因為少數感測器損壞而造成整個網路癱瘓的情形。

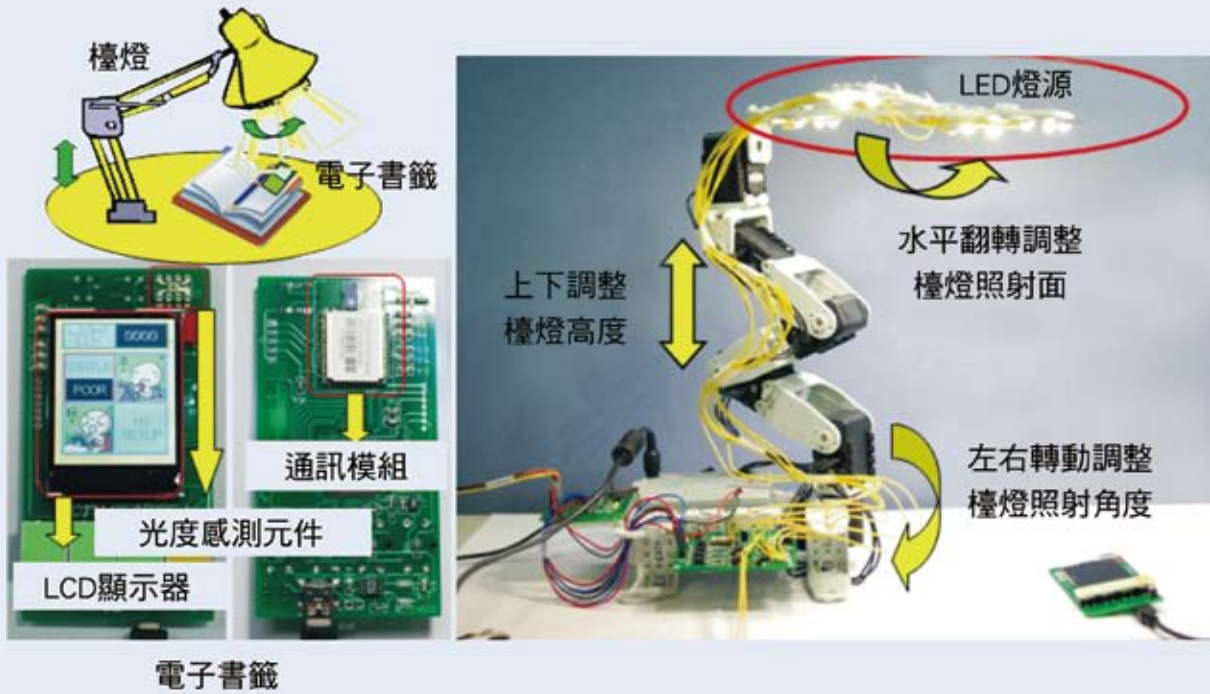
設計應用系統—針對環境感知的應用服務，需要設計應用系統達到所規劃的功能。例如定位追蹤技術演算法、人體動作辨識演算法、緊急逃生導引演算法、智慧型家電控制演算法等。

智慧型家電系統 在日常生活中，無論在辦公室或家裡，每天必須接觸的就是電器用品。自動化控制家電已經不是夢想，但是必須體貼人的需求，提供更人性化的服務。例如你常常感覺室內空

調設定在28度很冷，但是你的同事卻覺得還是太熱，這個問題可以交給智慧型家電系統處理，針對每個人不同的喜好控制空調系統的溫度。此外，智慧型家電系統也可以針對所在的室內場所，和正在進行的活動調節空間的光線照度，達到節省能源的目的。

目前交通大學資訊工程系把無線感測網路布建於辦公室或居家住宅中，開發出一套智慧型家電系統來實現自動化環境控制和個人化服務。這套系統包含下述功能：

智慧型節能家電控制—在辦公室內布建光感



交通大學資訊系師生設計的智慧型桌燈

測器和壓力感測器，置於椅子或床舖上，用來感測室內光度及使用者是否坐在椅子上或躺在床。感測到的資料會經由無線通訊方式送給無線感測網路閘道器，再送給智慧型控制伺服器。家電可以連接到X10電力線網路的控制裝置，負責傳送控制命令，例如啟動、關閉、調整家電功率強弱值等。

在這套系統中，使用者身上可帶著身分識別裝置，在進入辦公室後，無線感測器就可偵測到使用者，並通知智慧型控制伺服器。智慧型控制伺服器則經由資料探勘技術，推斷這些使用者目前可能的動作來做出電器控制的決策。

智慧型室內燈光調節控制—無線感測網路可切割為許多網格，在每一個網格中放置一個

無線感測器。環境中考量了兩種燈源裝置：全區照明裝置和局部照明裝置。全區照明裝置的照明範圍較大，可包含數個格網，如一般辦公室天花板的日光燈。局部照明裝置照明範圍較小，是單一格網，例如檯燈。

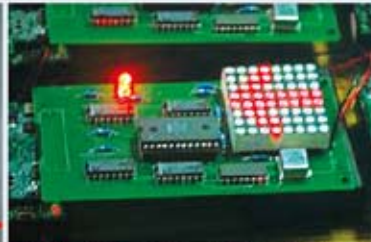
當環境中有多位使用者時，由於每位使用者可能從事不同的行為，例如睡覺、看電視、看書等，對環境的光度也有不同的需求。智慧型室內燈光調節系統可以根據每一位使用者的需求，調節每一盞燈光（含全區和局部照明裝置）的照度，提供最合適的照度，同時達到省電的功能。

智慧型桌燈—一般人常忽略光源的重要性，研究指出不論光線過亮或過暗，都會使眼睛容易



控制伺服器

感測器



感測器可以顯示逃生方向



在平時，導引路徑是指向各出口的最短路徑



火災發生的位置

動態改變逃生引導方向

布建於3D模型屋中的緊急逃生系統

利用無線感測網路所發展的緊急危難導引系統，可以偵測出高溫危險區域，引導人們在火災現場往正確的出口逃生，並回報火場現場資訊給消防救難人員。

疲勞，甚至造成視力損害。一般人在閱讀書籍時，常會移動書本，甚至遠離檯燈，使得閱讀面的照度不足或太高。這套智慧型桌燈可自動追蹤使用者的閱讀面，轉動檯燈各部位的馬達，並以最節能的方式調控光度，以滿足使用者閱讀的亮度偏好。

智慧型桌燈包括兩個元件：檯燈與電子書籤。檯燈配置數顆LED光源，每一顆LED光源都可以獨立調控光度，檯燈的控制器中配備ZigBee無線傳輸模組，以接收電子書籤傳回的資料。電子書籤配備一顆亮度感測器，以感測目前閱讀面的亮度，再利用ZigBee無線模組把亮度值回傳至檯燈。

此外，電子書籤上設計了可愛又貼心的使用者介面，可供使用者輸入自己的偏好。使用者於閱讀前，可以在電子書籤上設定亮度值，並置於閱讀

面上。當使用者移動書本時，檯燈就會自動追蹤閱讀面並調控光度，讓使用者隨時擁有適切的光照。這個系統的最大特點是使用「亮度差異」定出使用者目前閱讀面（即電子書籤）的位置，不需外加其他定位裝置。

災難救助與導引系統 根據行政院內政部消防署的統計，民國96年全台共發生3,390場火災，造成120人死亡及398人受傷。當發生火災這類的緊急事件時，人們往往因為驚慌而不知道該往何處逃生。目前的逃生指示並無法指出火源或危險的區域，但利用無線感測網路所發展的緊急危難導引系統，可以偵測出高溫危險區域，引導人們在火災現場往正確的出口逃生，並回報火場現場資訊（例如起火地點的照片）給消防救難人員。

由交通大學資訊工程系研發，利用無線感測網路協助逃生導引的環境感知應用系統，每一個感測器除了具有溫度的感測元件外，還有一個能顯示逃生方向的顯示器，可以顯示6種引導方向，包含上樓、下樓、前、後、左及右。

這個系統會根據一套分散式演算法動態產生逃生指引方向，它的概念就像水往低處流一般，起火處是高位能，而安全的出口或樓梯是低位能。當災難發生時，災難點周遭的感測器提升自身的位能，形成一塊危險區域，而感測器間各自計算位能，找到遠離危險區域的路徑（低位能方向）逃生。在平時，導引路徑是指向各出口的最短路徑，而當火災發生時，導引路徑會動態改變，避開危險區域，並指向適當的出口以利逃生。

位置感知的應用服務

位置感知服務（location-based service, LBS）近幾年相當受到關注，它透過具定位技術的行動裝置找出使用者所在的位置，並根據位置提供使用者所需的服務。

位置感知應用服務的範圍很廣，例如可以找出使用者附近的餐廳、停車場資訊，以及提供天氣資訊，也可用於遊戲及車用或行人導航等。舉例來說，在日常生活中，我們經常會問：「這附近有什麼好吃（好玩）的？」、「到台北車站怎麼走最快？」、「這附近哪裡有停車場？」等。事實上，這一類的問題都與位置有關，而解決這一類問題的服務通稱為位置感知應用服務。

2001年7月日本DOCOMO最早提出位置感知服務，主要是整合三角定位技術於開發的應用服務中。近年來，許多手持裝置上已配有GPS整合位置感知服務。在台灣，像「YAHOO生活+」、「GOOGLE MAP」等都開始投注資源開發位置感知的應用服務。在位置感知服務系統中，最大的特點是移動中的使用者關心的事物，與一般網際網路上的使用者不一樣，移動中的使用者與環境有更緊密的連結。因此，如何選擇適合使用者的服務，是開發位置感知應用服務的關鍵性問題。

就目前位置感知應用服務而言，主要分為

定位技術的比較

定位技術	精準度	設備普遍性	地域性	隱私性
GPS	1~20 m	不普及	戶外	好
Cell-ID	1 km	普及	戶外	差
WiFi	10 m	不普及	戶外 / 室內	佳
RFID	1 m	不普及	室內	佳

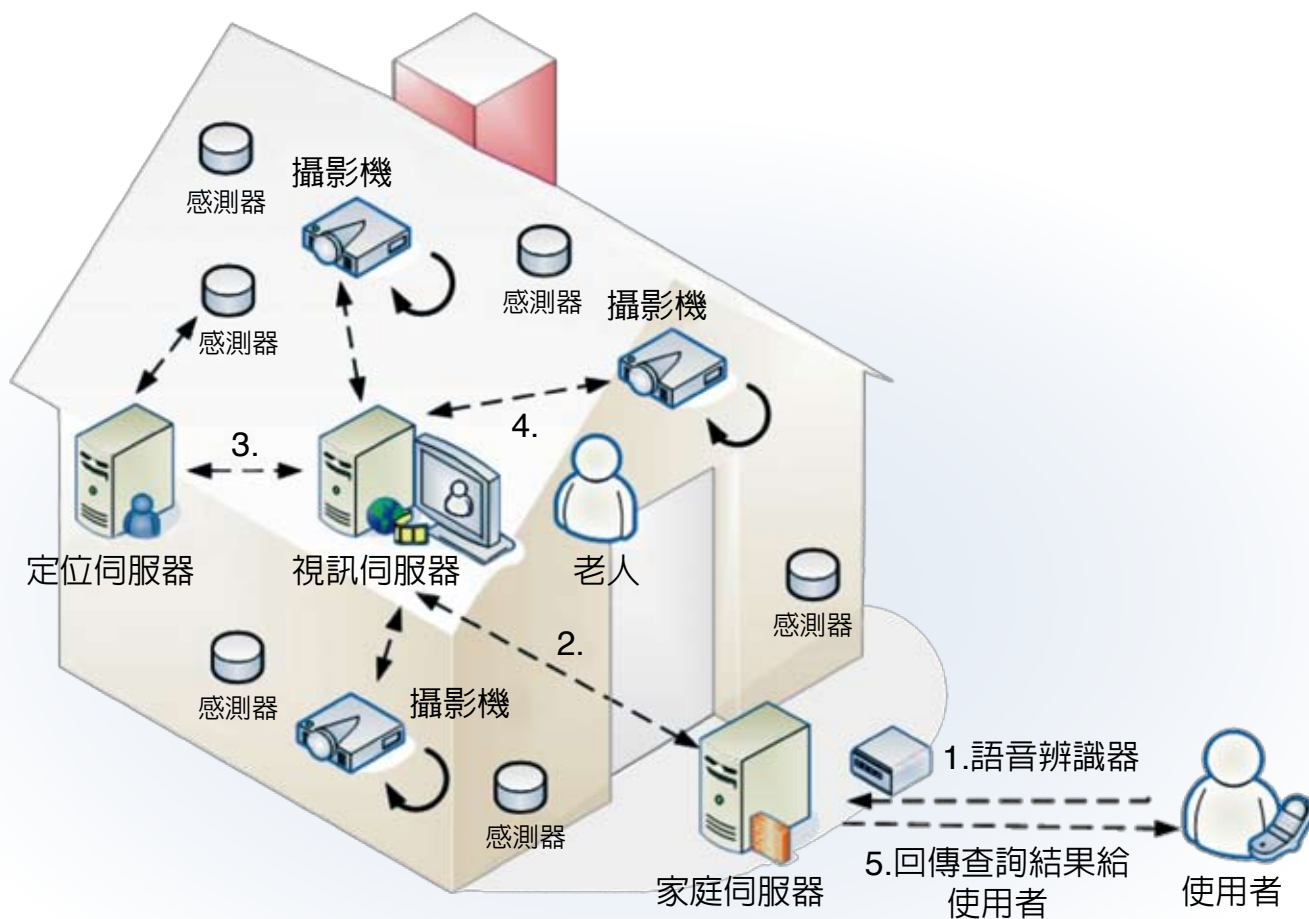
4種類型：行動安全與家庭照護、導航及景點和交通路況查詢、商業廣告與購物，以及旅遊和影像管理。

根據位置感知運作的方式，可以大致區分成兩類型。第1類型是不具備無線傳輸功能的封閉系統，例如GPS專用系統。這類系統的運作方式是把位置感知服務系統事先載入在硬體裝置上，透過GPS定位後，使用者要求服務時就完全由硬體裝置

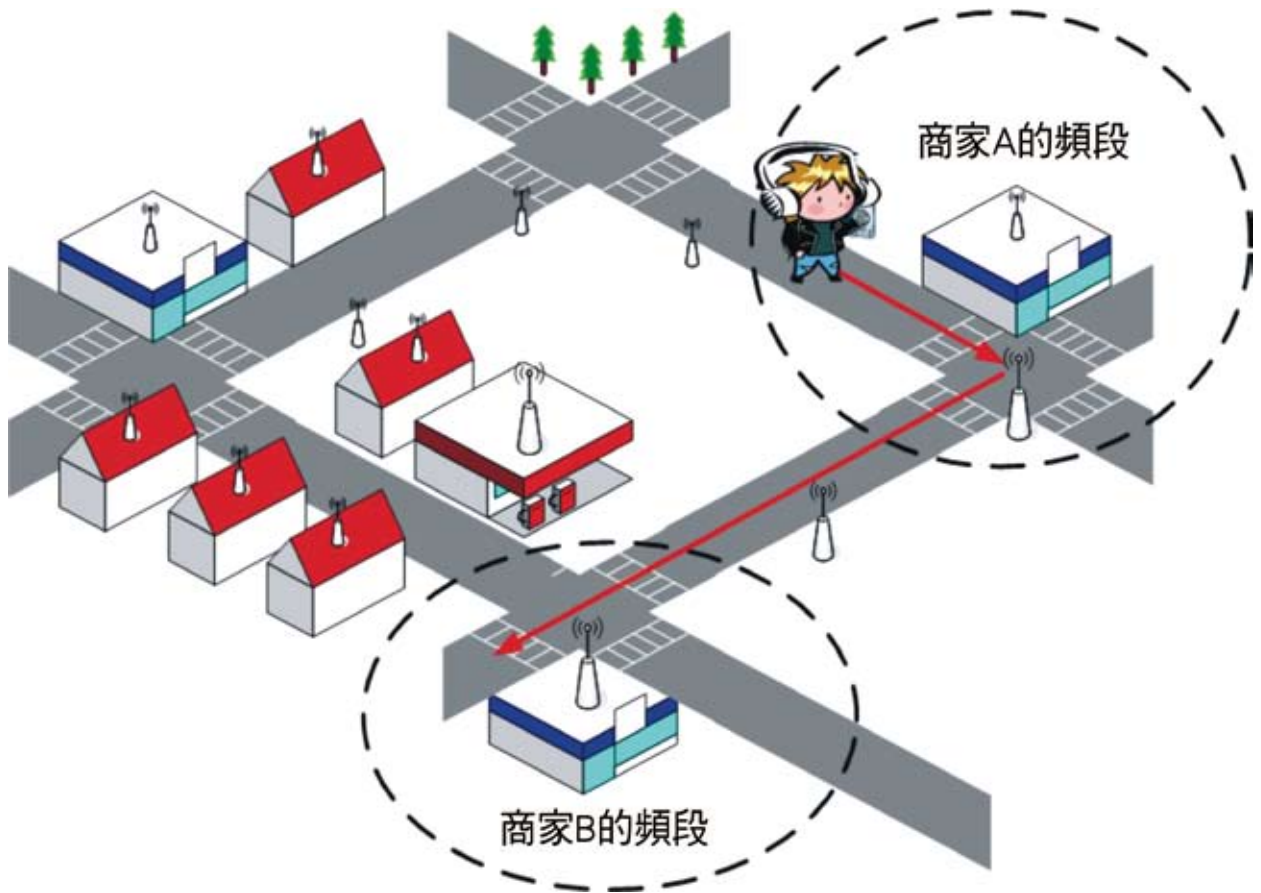
單獨運作，不經由網路傳遞資料。

第2類型是具無線傳輸能力的互動式系統，透過GSM、3G、WiFi等無線通訊技術傳遞資料。通常這類系統具有定位功能伺服器，可動態地由伺服器端以無線通訊的方式，把定位結果與位置資訊傳送至使用者端，使用者可以在請求服務時附帶位置資訊，使服務更有效率。

就定位技術而言，目前主要有GPS、Cell-ID、



行動安全服務可以讓父母找到走失的小孩、年長老人，或提供醫院即時看護的功能，來達到安全上的防護。



位置感知服務近幾年相當受到關注，它透過具定位技術的行動裝置找出使用者所在的位置，並根據位置提供使用者所需的服務。

WiFi、RFID等方式。目前已廣泛使用GPS，且精確度及隱私性也相當理想，但是在室內受到遮蔽物影響，定位精準度會下降，甚至無法使用。一般來說，GPS及Cell-ID較適合在戶外使用，而RFID適合用在近距離，WiFi就要看基地台的布建範圍而定了。

行動安全與家庭照護 行動安全這類服務可以讓父母找到走失的小孩、年長老人，或提供醫院即時看護的功能，來達到安全上的防護。使用者可以用手機追蹤幼童、年老父母，並顯示在電子地圖上。

在家庭照護系統中，每一個需要照護的老

人都配戴一個具有定位功能的感測裝置，用來監測老人身體狀態和找出老人所在的房間。此外，家中會架設許多攝影機和視訊伺服器。當出外工作的使用者透過手機查詢家庭伺服器時，家庭伺服器會依據老人的位置，找尋合適的攝影機，且調整到適當的角度取得當時的照片，並把影像傳回到使用者的手機上。但這種系統目前在個人隱私方面仍有顧慮。

導航及景點和交通路況查詢 導航服務可以根據使用者的位置規劃一條最短路徑到達目的地，並可查詢景點和交通路況，例如鄰近停車場、即時交通路況、天氣、各加油站的汽油價格、附近停車位、附近超市商品售價資訊、飯店空床及售價資訊、附近消費及娛樂資訊等。目前中華電信提供的「KiDoWi個人定位資訊」服務就是類似的概念，它會依使用者的位置列出附近的餐廳、加油站、電影院、百貨公司、觀光景點、交通設施等重要地理資訊，分類項目相當詳盡。

商業廣告與購物 商業廣告可以根據使用者的位置，提供附近商家的特賣情報及購物資訊，使用者可以根據查詢結果上網訂購電影票或購物。對商家和使用者來說，是創造雙贏的革命性改變。過去，商家張貼廣告的習慣是張貼在路邊、電線桿上，或各地區鄉鎮市公所的布告欄上。這些廣告真的被需要的人看到了嗎？利用位置感知應用服務，

店家可以在使用者查詢結果中插入附近購物資訊的廣告，來提高廣告的能見度。

另外一種可能的做法是店家可以買下附近的無線網路頻段，例如商家A和商家B各買下他們鄰近區域的無線網路頻段，使用者透過手持裝置，行經商家A的頻段覆蓋範圍時，就會收到商家A的廣告。同樣地，行經商家B的頻段覆蓋範圍時，就會收到商家B的廣告。目前交通大學資訊工程系的師生已建立了這種雛型系統。

旅遊和影像管理 這種位置感知應用服務可記錄手機拍攝的照片，並根據拍攝的地點、時間做有效的相片管理，並整合在電子地圖中。例如自動定位的地圖日記，只要拍照就自動幫使用者上傳到網頁上，並記錄當時位置，目前如理光（Ricoh）公司等已推出具有定位功能的數位相機。

在不久的將來，各種環境感知和位置感知應用服務會因為快速發展而日新月異。人類的想像力無限，這些人性化的科技和技術的發展也會為生活帶來更多的便利。

巫芳璟·曾煜棋

交通大學資訊工程系
