

結合三軸加速度感應器與 XML 發展創新性 人機互動介面

Combination of three-axis acceleration sensors and XML to develop innovative human-machine interaction interface

李育儒
國立台東大學
資訊工程學系
li9182720025
@gmail.com

王聖銘
國立台東大學
資訊管理學系
ryan.nttu
@nttu.edu.tw

黃琬婷
國立台東大學
資訊工程學系
tomatocat129
@hotmail.com

黃泊澔
國立台東大學
資訊工程學系
handsomeNG
@hotmail.com

陳冠宏
國立台東大學
資訊工程學系
suck827
@hotmail.com

摘要

本研究提出結合加速度感應器與 XML 的應用發展創新性人機互動介面。並以簡報之操作為例，驗證本研究發展成果之方便性、互動性與創新性。本研究利用 Phidget 三軸加速度感測器與其產品所提供的開放式應用程式介面發展其與經 XML 處理的媒體間之互動與連結。將經感應取得的加速度數據資訊轉換成為觸發媒體程式執行的條件，當震動感測器並且符合所設定的條件時，則觸發媒體程式的換頁指令或其它動作。本研究所提出具創新性的人機互動介面，將可提升未來應用程式操作的方便性與互動性。

關鍵詞：直覺式人機互動、可延伸標記語言、情境感知、加速度。

This paper proposes the combination of acceleration sensors and XML application development of innovative human-machine interaction interface. And to presentation of the operation of, for example, verify the results of this research and development of convenience, interactive and innovative. In this paper, three-axis accelerometer sensor Phidget their product

provides an open application programming interface developed by the XML processing with the interaction and links between the media. Will be achieved by sensing the acceleration of data information converted into the conditions for triggering the implementation of the media program, when the shock sensor and in line with the conditions set, then the trigger for the media page of the program instructions or other action. In this study will put forward innovative human-computer interaction interface, the application will enhance the future operation of the convenience and interactivity.

Keywords : Intuitive human-computer interaction、Extensible Markup Language、context aware、Accelerometer

1. 前言

隨著資訊科技的進步和電腦網路的普及，人們開始對取得資訊的方法有更多期許，圖形使用介面/窗像單點介面(GUI/WIMP)已經無法滿足使用者的需求，虛擬實境和情境感知相繼被提出，改變已往單一被動取得資訊的議題也成為主流。如何發展創新性，提供使用者快速和正確取得所需資訊的人機互動介面也開始被注重[1, 2]。

本研究結合加速度感測器與 XML 製作一個三維創新性人機互動介面。於本研究中，主要是藉由加速度感測器感測使用者操控資訊，結合可擴展標記語言(Extensible Markup Language)簡報媒體的匯入，達到人機互動的方便性。本研究的成果除解決傳統以滑鼠僅能在二維環境中操作之限制，其於使用上也更具方便性與互動性。本研究乃屬創新性人機互動介面的發展，而透過資訊呈現操作行為的創新，則更能激發資訊應用的創新與發展。

2. 文獻回顧

本研究主要應用的硬體、軟體及技術與其相關研究將探討如下。

2.1 Phidgets 加速感應器

Phidgets 加速感應器(Phidgets Accelerometer Sensor)是由 Phidgets 公司所製造發行。此裝置是一個每軸能測量 $\pm 3 G$ 重力加速度($\pm 29.4 \text{ m/s}^2$)的三軸加速度計，其可用來測量動態加速度(振動)及靜態加速度(重力加速度或傾斜)。本裝置可與 PC 透過 USB 連接埠進行溝通。同時也提供應用程式介面(Application Programming Interface, API)作為延伸系統發展的基礎。本研究所使用的加速感應器其外觀與規格如圖 1 及表 1 所示。

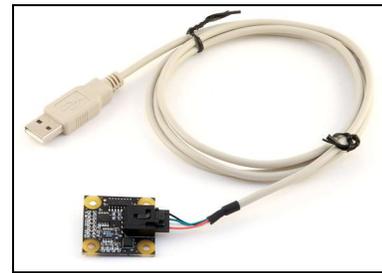


圖 1：本研究採用之加速感應器外觀

表 1：本研究採用之加速感應器規格表

Update Rate	60samples/second
Measurement Range (XYZ Axis)	$\pm 3G$ (29.4 m/s ²)
Bandwidth (XYZ Axis)	30Hz
Axis 0 Noise Level (X Axis)	1.9mG standard deviation ()
Axis 1 Noise Level (Y Axis)	1.9mG standard deviation ()
Axis 2 Noise Level (Z Axis)	2.9mG standard deviation ()
USB Power Current Specification	500mA max
Device Quiescent Current Consumption	20mA
Device Active Current Consumption	20mA max

一般而言，加速感應器用途之慣性導航系統就是利用加速感應器提供載具相對於慣性空間的位移變化，是一種測量加速度的裝置。相對於遠距感測的裝置，它測量的是自身的運動。加速規的應用之一是測量重力，特別是使用於重量測定法的加速規上，這樣的裝置被稱為重力計。加速規可能是最簡單的 MEMS 裝置，有時只由一個懸臂和一個重錘組成，利用撓曲和電路來測量加速度。加速規可以測量幾千個 G 的幅度，單軸、二軸、三軸都可以。

2.2 情境感知技術的應用與發展

情境感知主要將使用者所需資訊，依使用者當時所處之地理環境透過輔助行動載具或是感應器協助，給予使用者適切的資訊[4]。情境感知的運算(context aware computing)可分為主動情境認知(active context awareness)及被動情境認知(passive context awareness)兩種。主動情境認知是指當系統接收到了情境因素之後，會根據情境因素的內容去改變系統的行為，來回應週遭環境的變化。而在被動情境認知的定義中，系統則是為有興趣的使用者呈現新的或是更新過的情境因素資訊，或者是保留接收到的情境因素，等使用者需要時(如完成某指定的動作、使用者到達指定的地點或是指定的時間)，再進行下一步的相關服務動作[8]。

情境感知運用的三種重要內涵：一是微運算(micro-computing)或普及運算(Pervasive Computing)、二是使用者界面設計(User interface design)、三是無所不在通訊網路(Ubiquitous communications networks)[3]。

情境感知的因素主要分為以下四類：

- (1) 計算情境(Computing context)：如網路服務品質、頻寬、通訊花費等。
- (2) 使用者情境(User context)：使用者的位置、記錄檔、喜好設定、鄰近使用者等。
- (3) 時間情境(Time context)：每天、日、週的某一時刻或是季節性情境因素。
- (4) 實體情境(Physical context)：溫度、亮度、聲音大小程度等。[9]

2.3 人機互動

ACM SIGCHI 會議於 1992 年對 HCI(Human Computer Interaction)下一定義：人機互動是一種評估、設計與應用的原則，其重點是在於給人類使用者使用的互動電腦系統與其相關現象的研

究[7]。人類使用者透過一些方法、對話與行為來使用並與電腦互動[2]。

目前市面上所指的人機介面則多界定在狹義定義上的，指在軟體人性化的操作介面上。一個成功的互動模式是一個人可以直接告訴電腦要作些什麼，而不是用其他的方式或透過他人的協助間接達成[3, 7]。在趨勢引領下，人機互動模式不斷更新，語音辨識與合成、手寫體與手勢辨識、虛擬實境等技術，均已成為人與電腦互動的通道；其應用範圍也越來越廣，從傳統電腦到個人數位助理(PDA)[1, 5]，甚至行動電話，都受其影響，而人機介面設計的優良也對整體系統成效的影響越來越大。一個設計良好的人機介面，不但可以在使用初期減少學習時間、提早發揮系統效益，而在學習階段後，更可提升系統終極的整體績效，減低系統發生錯誤的機率[1]。

人機介面的走向，終將從電腦為中心轉變為以人為中心。在目前人機互動系統中，人被稱為使用者，與機器進行對話時，沒有主動控制系統反應的能力。而在未來系統中，人才是主動的參與者，電腦將對人的各種動作做出反應[1, 6, 7]。

目前逐漸普及的觸碰式操作裝置，就是新一代的人機互動操作裝置，現在這些裝置，也加入了語音控制的部份，在未來，其他感應裝置也會加入在其中。近年來許多研究者紛紛投入實體介面、代理人、自然語音辨識等研究，這些研究的共同點在於使電腦形貌反璞歸真的意圖，讓人機互動變得像人際互動一樣簡單、自然並且原始[2]。隨著人機互動模式的推陳出新，新一代人機互動模式被要求包含虛擬實境、語音辨識與合成、手寫體與手勢辨識等技術，而整合這些來自不同感知通道的資訊，有賴多通道介面的發展。開發多通道介面的目的在充分利用人類多種感覺和運動通道的互補特性，來達到使用者與電腦相互間的溝通，從而增進人機互動中的自然性。

2.4 可延伸標記語言

XML 是 W3C 的建議規格，為一種文件標示語言，用來定義結構化資訊。其主要用途如下：

- 儲存 HTML 顯示的文件內容
- 作為資訊交換的格式
- 作為資料儲存的格式
- 應用於電子商務

而其相關技術則主要來自「W3C」所定案的規格，稱為建議規格。然而，XML 只是單純的在定義和描述資料，瀏覽 XML 文件內容並沒有任何意義，一個完整 XML 架構需要搭配相關 XML 技術，才能將需要的資訊顯示在使用者面前，其與各種主要技術之間的關係如圖 2 所示，因此本研究藉由 XML 來達到資料儲存與資訊交換的作用，最後經由 Flash 將 XML 文件輸出顯示。

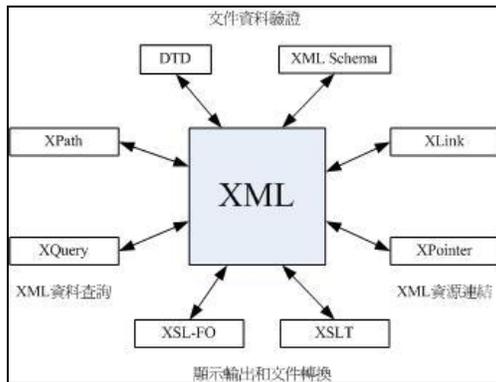


圖 2：XML 的主要技術

3. 研究系統架構

本研究主要以加速度感測器取代以往的滑鼠或鍵盤，操控演講用簡報或教學用教材。未來將感測器內嵌於行動裝置中，結合無線網際網路，能令演講者與聽眾增加更多的互動。目前本研究之基礎軟硬體架構如圖 3 所示。

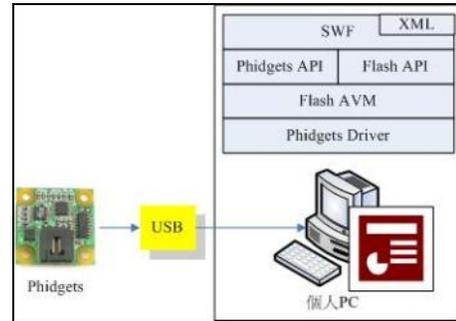


圖 3：軟硬體架構圖

本研究的實驗介面是架構在 Windows XP 的作業環境上，用 Adobe Flash CS3 撰寫操作介面，並結合 Phidgets 加速感測器提供的 API 來設計操作介面。硬體架構方面，將加速度感測器以 USB 與電腦作連結，並以此為伺服端，然後透過網際網路取得相關之資訊。於軟體方面，本研究主要以 Flash 來撰寫，並結合 Phidgets 加速感測器 API 取得外部資訊，而以 XML 存取簡報媒體之圖檔資訊並匯入程式，最後藉由 Phidgets 加速感測器驅動程式與作業系統連接；於硬體方面，加速度感測器經由 USB 與伺服端做連結，在伺服端進行程式的運作。

而在程式撰寫上，本研究所規劃的系統功能流程圖則如圖 4 所示。

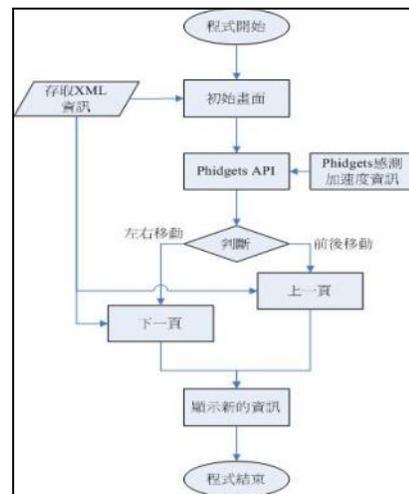


圖 4：系統功能流程圖

此外為規範 Phidgets 加速感應器與 XML 程式間之指令處發行爲，本研究將 Phidgets 加速感應器三軸判斷法則定義如圖 5 中所示。基本上，在加速感應訊號的蒐集上，以 Y 軸做為 Phidgets 加速感應器的主軸，其主軸所代表的即為歸零靜止的狀態。

另若 Phidgets 加速感應器偵測到 X 軸的變動量與加速度時，則觸發程式中「下一頁」的指令，藉以將簡報媒體做翻到下一頁的動作。而若 Phidgets 加速感應器偵測到 Z 軸的變動量與加速度時則觸發程式中「上一頁」的指令，藉以將簡報媒體做往前翻頁的動作。

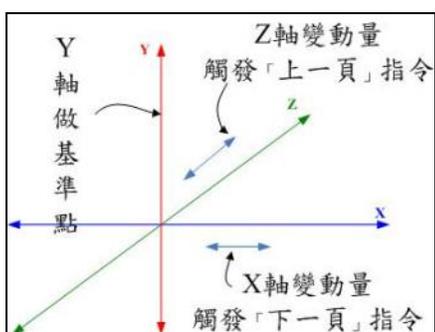


圖 5：Phidgets 加速感應器三軸判斷法則

4. 實驗結果與分析

此研究主要以使用者能簡易使用的操作介面為主，透過對環境資訊的搜集、分析，讓機器自動判斷使用者的需求，讓人們在使用上可以更加地輕鬆與便捷；除此之外，Phidgets 感知器結合行動裝置並與網路做連結的應用可行性，也是基於目前的研究方向做更深入地探討和發展所注重的目標。

良好的人機互動必須具備簡單而容易理解的友善操作介面，為了達到此種特性，本研究以簡報媒體結合 Phidgets 加速度感測器，利用 Phidgets 的情境感知能力來偵測使用者揮動手上的 Phidgets 時所產生的加速度，藉由加速度變化方向的不同，來作為觸發簡報媒體換頁事件的參

數。系統會存取 XML 所指向的圖檔來初始 Flash 畫面，透過 Phidgets API 取得感測器的加速度數據並判斷 Phidgets 的動作，當感測器左右移動時讀取 XML 檔顯示出下一頁；當感測器前後移動時讀取 XML 檔顯示出上一頁。利用使用者對感測器的各種行為做出適當的互動。

4.1 簡報媒體之前處理

本研究以最常被使用的簡報媒體 PPT 為例，先將簡報轉換成圖檔後，並透過編譯好的 SWF 格式獲取 XML 內的資訊來嵌入圖檔到程式中。所以只要能轉成 SWF 格式之媒體都可由此介面做結合。處理流程如圖 6。



圖 6：簡報媒體處理流程圖

4.2 人機介面操作說明

透過 Flash 存取 featured_flash.xml 的資訊如圖 7 所示，屬性依序有 TITLE、COPY、LINK，主要是利用 LINK 屬性來取得圖檔的所在位置。接著透過感測器搜集使用者的操作資訊，讓程式判斷並藉此來達到使用者之簡報圖片匯入與切換。

```

featured_flash - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<NODETOP>
<NODE>
  <TITLE>NTTU</TITLE>
  <COPY>img_5.jpg</COPY>
  <LINK>images\投影片1.JPG</LINK>
</NODE>

```

圖 7：XML 檔

在初始畫面時先讓感測器朝上直立如圖 8 之 A 所示，而圖 8 之 B 表示當使用者左右震動手上的感測器後，透過 USB 將震動所產生的加速度資訊傳入系統中作判斷，若其 X 軸(左/右)變化量大於設定值系統便會藉著 XML 的功能來匯出一個畫面，達到圖 8 之 C 的換頁情形。

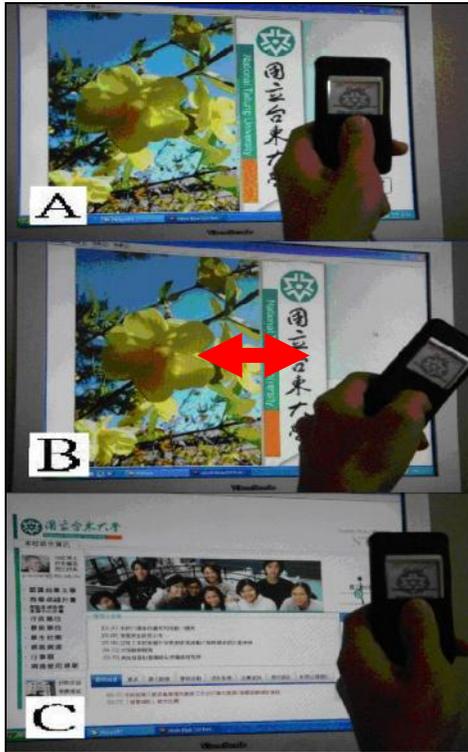


圖 8：左右移動 Phidgets 感測器

系統後台作業部份，本研究透過圖中 Flash 之 if-else 區段程式碼如圖 9 所示，判斷經由感測器所搜集的 X 軸加速度變化量，若變化量大於 3，則程式做出切換下一頁的動作以回應。當 increment 變數小於 total-1 時，則切換至下一頁；反之則切換回第一頁。

```

39 //----- 左右移動
40 if (evt.Index == 0) {
41     ax = 0 + evt.Data;
42     if ( Math.abs(Number(evt.Data)) >= 3) {
43         autoRotate = 1;
44         top.alpha = 100;
45         holderClip.removeChild(0);
46         if (increment < total-1) {
47             increment += 1;
48         }
49         else {
50             increment = 0;
51         }
52         textFieldA.text = TITLES[increment];
53         textFieldB.text = COFFS[increment];
54         imageLoad(LINKS[increment],holderClip,0,0);
55         imageNUMB.text = increment+1 + " of " + total;
56         trace(increment);
57     }
58 }

```

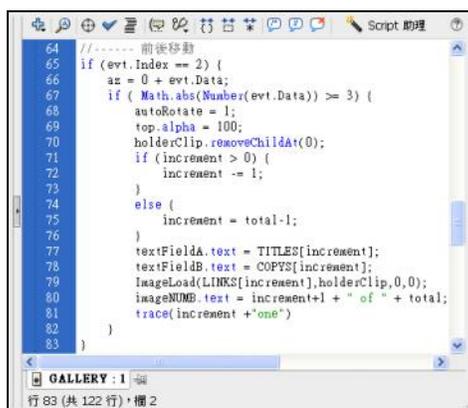
圖 9：左右移動的程式碼區段

然而在進行往下換頁的過程中如圖 10 之 A 所示，若使用者因需求得返回之前的頁面查看資料，則可以由圖 10 之 B 所示前後震動感測器，使 Z 軸(前/後)加速度的變化量大於系統中的設定值，經過程式判斷後由 XML 匯出上一個畫面，圖 10 之 C 表示利用前後震動所完成的往前換頁。



圖 10：前後移動 Phidgets 感測器

系統藉由圖中 Flash 之 if-else 區段程式碼如圖 11 所示，透過另一空間向量 Z 軸的加速度變化量，若變化量大於 3，則程式作出切換上一頁的動作以回應。當 increment 大於 0 時，則切換至上一頁；反之則切換回最後一頁。



```
64 //----- 前後移動
65 if (evt.Index == 2) {
66     az = 0 + evt.Data;
67     if ( Math.abs(Number(evt.Data)) >= 3) {
68         autoRotate = 1;
69         top.alpha = 100;
70         holderClip.removeChildAt(0);
71         if (increment > 0) {
72             increment -= 1;
73         }
74         else {
75             increment = total-1;
76         }
77         textFieldA.text = TITLES[increment];
78         textFieldB.text = COPTS[increment];
79         imageLoad(LINKS[increment],holderClip,0,0);
80         imageNUMB.text = increment+1 + " of " + total;
81         trace(increment + "one");
82     }
83 }
```

圖 11：前後移動的程式碼區段

4.3 人機互動介面分析

其組成要素可分成硬體設備、軟體介面以及人性因素(Human Factor)等。硬體的配備例如 CUP、記憶體、顯示卡、螢幕或是音效裝置等等，如果硬體裝置有更優質的效能可快速地處理各種需求，就能讓人機介面的使用更為順暢，並增加輸出裝置的輸出品質；軟體介面則扮演仲介的角色，負責溝通使用者和機器，使用者透過介面將需求告知機器，並再由介面輸出最後的結果給使用者，所以軟體介面的簡單性與易操作性是達成人機互動的必要條件。除了軟硬體，人更是不可或缺的參與者，因此人性的因素也是本研究值得再探討的參考要素之一。

本研究以人為中心將情境感知的觀念融入人機互動的行為中，借著探測環境訊息的改變，直接辨別人的需求以提供適當的回應，無論是各種不同年齡、背景的使用者皆能輕易地上手，透過軟硬體的配合，輔助使用者快速並正確地理解，有效達到簡單的人機介面互動。

綜合上述實驗結果與介面的操作顯示，本研究不同於以往傳統的鍵盤與滑鼠之操控模式，透過簡單明瞭的感測器操控，與行動裝置作結合，達到更簡易且友善的人機互動。另一方面，更可以令使用者能夠專心致力於內容的簡報，並與聽眾產生更多的互動。

5. 結論與未來發展

本研究基於情境感知的概念，利用加速度感測器捕捉使用者操控資訊來控制簡報，以 XML 的特性將每張簡報內容以圖檔方式匯入主程式，並透過對感測器所收集的資訊來判斷使用者的需求，隨著需求的改變而更換簡報的頁面，讓使用者在報告時能更輕易地操控展示的內容。本研究建議未來所發展之方向如下：

1. 將 Phidgets 三軸加速度感測器與行動裝置做結合，並透過無線網路傳達使用者的行為來達成互動。
2. 發展更具易用性的使用者介面，以利使用者輕易上手。
3. 感測器內嵌於行動裝置後，只要透過 USB 與其它運算裝置作連結，便可達到簡易操作、資源分享和空間瀏覽的功效。
4. 改進加速度感測器於位移、傾斜資訊的演算，以求更精準的數據可在未來開發使用更符合人機互動觀念。
5. 結合更新的網路網頁技術 RIA(Rich Internet Application)增加易用性與可用性。

6. 參考文獻

[1] 吳智豪，「個人數位助理之視窗操作介面發展」，國立成功大學工業設計學系碩士論文，130 頁，2004。

[2] 唐國豪，「人機互動：人與機器的對話」，科技發展，18-23 頁，2003。

- [3] 蕭顯勝、馮瑞婷，「具情境感知式戶外生態教學系統之規劃與設計」，生活科技教育，第 39 卷，第 5 期：28-39 頁，2006。
- [4] B. N. Schilit and M. M. Theimer, "Disseminating active map information to mobile hosts," *IEEE network*, vol. 8, pp. 22-32, 1994.
- [5] E. L. Sánchez-Chamochin, *et al.*, "Adapting Mobile Access Scheme for a Legacy e-Learning Platform," presented at the 2008 Mexican International Conference on Computer Science Mexicali, Baja California, Mexico, 2008.
- [6] G. Chao, "Human-Computer Interaction: Process and Principles of Human-Computer Interface Design," in *2009 International Conference on Computer and Automation Engineering* Bangkok, Thailand, 2009.
- [7] J. A. Landay, "Sketching interfaces: toward more human interface design," *Computer*, vol. 34, pp. 56-64, 2001.
- [8] J. H. Schiller and A. Voisard, *Location-based services*, illustrated ed.: Morgan Kaufmann, 2004.
- [9] M. Baldauf, *et al.*, "A survey on context-aware systems," *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, vol. 2, pp. 263-277, 2007.