

# AR 校園認識系統

黃冠勳

大同大學 資訊工程系

## 摘要：

為解決大同大學新生或家長貴賓進入校園中、找不到欲前往的建築或是陷入迷路的窘境，又或者是想對了解特有的花草、樹木、特殊建築，透過本校園介紹系統可以達到此目地。使用者們將透過本系統，藉由裝置內建的各種 sensor 來取得自身的位置，並以屏幕和相機作為眼睛和現實世界間的橋樑，感受到即時的導覽，體驗到 AR 技術所帶來的新奇效果及即時導覽的便利。

**關鍵詞：**AR(Augmented Reality)，Android，GPS。

## 1、專題簡介

本專題目的是認識校園。人們透過本校園介紹系統可以得到平常未注意到的資訊，如雖看似平凡卻有著對於大同大學不小的意義各種建築、植物、雕像、擺飾等等。認識校園目的是讓身處該地的人們能了解身處四周的環境、某些特定地點和目前位置之間的關係，以便作下一步前往的規劃。目前有著各種型態的介紹、解說校園的方式，無非都是希望能讓廣大的區域的資訊，濃縮、納入地圖中，讓人們不用花費多餘的時間進行地毯式的探索，除了浪費時間和體力之外，遊玩的興致也大大地減低。本專題使用 Android 平台作為開發基礎，透過手持式裝置上的相機、GPS、指南針感測器，並實現 AR(Augmented Reality)之技術，提供使用者 Location-based 的服務。

相較於以往的校園認識校園系統，本專題使用以 AR(Augmented Reality)的技術。AR，廣義的來說，是個能和現實中的物件互相結合、甚至增強、擴展所見之物件的技術。透過現實環境下，它是個由計算機所計算、產生出來的影像，直接或間接的覆蓋、擴展在真實世界所見之影像的科技，更能豐富原本世界的物體。

本系統使用資料庫來管理各被標記的物體，對於未被標記的物體、經常被變動的地方(如活動攤位或)也可以透過網路來輕易的進行修改或增加，使用者們將透過本系統，藉由裝置內建的各種 sensor 來取得自身的位置，並以屏幕和相機作為眼睛和現實世界間的橋樑，感受到即時的導覽，體驗到 AR 技術所帶來的新奇效果及即時導覽的便利。

## 2、相關研究

### 2.1 大地系統及座標關係

為了能在地球上確實地找到目標地點確切的座標，並將 AR 系統套用至本專題上，我們要先了解到此作標是屬於何種座標系、座標的屬性、目標座標和裝置之間的關係。

### 2.1.1 座標系及座標

在幾何學中，座標系(coordinate system) [1]使用一個或更多個座標來決定某個物件的位置，如在歐氏空間(euclidean space) [2]中一個獨立的點、或是幾何學的一個物體。地理座標系(geographic coordinate system) [3]也是一種座標系，能夠透過數字或字母的集合來詳細說明任何地球上的地點。此座標系的座標有緯度(latitude)、經度(longitude)和海拔(elevation)。

緯度(latitude)(縮寫為 Lat.,  $\varphi$ , or  $\phi$ )。在地球表面上一個點的緯度是赤道平面(equatorial plane)中心至該點的線段和赤道平面所夾的角度。此線垂直於地球的球面。同緯度的點的集合所形成了一個圓軌跡稱作緯圈(parallel)，各緯度的緯圈彼此之間、以及與赤道互相平行。北極圈是 90 度 N，南極圈是 90 度 S。0 度的 parallel 被稱為赤道(equator)，赤道是所有地理座標系統的基礎平面。赤道將地球分割為南、北半球(hemisphere)。

經度(Longitude)(縮寫 Long,  $\lambda$ , or  $\lambda$ )。一個點的經度就是在地球球面上，一條通過該點的子午線和參考子午線(reference meridian)位於其東方或西方所夾之度數。通過在格林威治皇家天文台(Royal Observatory, Greenwich)的一條子午線被稱為國際零度經度參考線(international zero-longitude reference line)、本初子午線(Prime Meridian)。此線的將地球分割為東、西半球(Hemisphere)，西邊則是西半球。格林威治本初子午線同是 180 度西和 180 度東。而 0 度則在幾內亞(Guinea)的港灣，約 625km，Tema, Ghana 的南方。所有的子午線皆為半大橢圓(great ellipses)或是半大圓(great circles)。

### 2.1.2 座世界大地測量系統

目前最常被使用的座標系統是以 WGS84 基準，世界大地測量系統(World Geodetic System, WGS)是個製圖學、大地測量和導航的標準，最新的版本為 WGS 84。GPS、Google Map、全球定位系統(Global Positioning

System, GPS) [5]皆是以 WGS 84 作為其參考座標系統之用。

主要的表示方式: (1)度/分/秒(2)度/分(3)度數。如

1.度/分/秒表示: 24°40' 00", 121°00' 00"

2.度/分表示: 24°00', 121°00'

3.度數表示: 24.000000°, 121.000000°

轉換方式則是透過此公式(2.1)

$$\text{Degrees} = \text{Degrees} + ((\text{Minutes} \div 60) + (\text{Seconds} \div 3600)) \quad 2.1$$

### 2.1.3 相對位置的計算

為了確實的將建築物的資訊正確地顯示在相對應的螢幕上,必須要確實地知道目標物的位置資訊、和手持式裝置間的相對角度(如圖 2.1),而位置資訊可透過內建有 GPS 的裝置來取得,而相對的角度則必須透過數學式子算出。



圖 2.1 B 點相對於 A 點的角度

本專題所採用計算式以地球為一個標準球型(事實上,地球是非常輕微的橢圓形球體)為基礎進行計算。一般情況下,目前的方向將會沿著大圓航路(Great Circle Path, Orthodrome)而有所改變。因為距離和緯度導的原因,最終的方向會和初始的方向有度數的差異。此公式 (2.2) [6]是從初始方向筆直的沿著大圓弧由起始點至終點、目標位置相對於目前位置的方位:

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{(\cos \varphi 1 \sin \varphi 2 - \sin \varphi 1 \times \cos \varphi 2 \times \cos \Delta \lambda)}{\sin \Delta \lambda \times \cos \varphi 2} \right) \quad 2.1$$

A: 目前位置

B: 目標位置

$\Delta \lambda$  (弧度): 緯度(B)- 緯度(A)

$\varphi 1$  (弧度): A 緯度

$\varphi 2$  (弧度): B 緯度

$\theta$  (弧度): B 相對於 A 的方位

## 2.2 感測器及 GPS 系統

### 2.2.1 Sensors 分類及座標系統

許多 Android 的裝置都內建有感測器(sensors),可以測量運動、方向和各種環境的情況。這些 sensors 能夠提供高精密、精準度的原始資訊。以下為 Android 平台所支援的三種粗略感測器標準,分別是移動感測器(Motion sensors)、環境感測器(Environmental sensors)、位置感測器(Position sensors) [7]。

#### 1. 移動感測器

這些 sensors 沿著三個軸測量加速度的力、旋轉力。此標準包括加速度計(accelerometers)、重力(gravity) 感測器、迴轉儀(gyroscopes)、旋轉向量感測器(rotational vector sensors)。

#### 2. 環境感測器

這些 sensors 測量了各種環境的參數,像是周遭的溫度和壓力、亮度和濕度(temperature、pressure、illumination、humidity),此標準包括氣壓計(barometers)、光度計(photometers)、溫度計(thermometers)

#### 3. 位置感測器

這些 sensors 測量裝置的實體位置。此標準包括方向 sensors(orientation)、磁力計(magnetometers)。本專題需要用到的感測器為位置感測器(position sensors)。

感測器分為硬體式感測器(hardware-based sensor)及軟體式感測器(software-based sensors 或稱為 virtual sensors、synthetic sensors)。硬體式感測器是由裝置上實體的元件所構成的,感測器偵測特定環境的一些屬性的變化時,例如加速度、磁場強度或是角度,這些變化可被數據化。而軟體式感測器則不是由裝置上實體的元件所構成的,其數據是透過一個至多個硬體式感測器所提供的數據資訊所計算出來的。大部分的 Android 裝置都具備有加速度計和磁力計,但氣壓計或溫度計則只出現在少數裝置上。裝置可以擁有一個以上、同型態的感測器,例如,一個裝置可擁有兩個重力感測器,用於感測不同的範圍。

### 2.2.2 Sensor Coordinate System

除了了解 sensor 種類之外,如何透過它們取得資訊是很重要的。sensor 的 framework 使用了標準的 3 軸座標系統來表示資訊。對大多數的 sensors 而言,座標系統被定義為相對於裝置的螢幕(如圖 2.2)方位:

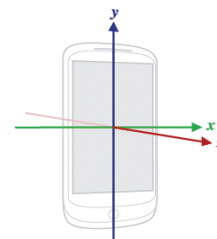


圖 2.2 sensors 座標系統

X 軸為水平的,方向向右,Y 軸是垂直的,方向向上,Z 軸是穿出螢幕正面的方向。加速度傳感器、重力感應器、陀螺儀、線性加速度傳感器、地磁傳感器皆使用此座標系統。當裝置的螢幕方向改變時,軸並不會因此而交換,換句話說,sensor 的座標系統不會因為裝置的方位改變而改變。

Android 平台提供了兩種 sensors 來供使用者計算裝置的位置,地磁感測器(geomagnetic field sensor)、方向感測器(orientation sensor)地磁感測器是

hardware-based，方向感測器則是 software-based，方向感測器是透過加速度計(accelerometer)和地磁感測器藉此來得知資訊

### 2.2.3 GPS(Global Positioning System)

讓手持裝置取得目前的位置有兩種方法：

- 1.使用 Android 的 Network Location Provider 取得位置
- 2.透過全球定位系統(global Positioning System，GPS)

表格 1 GPS 和 network location provider

使用 Network Location Provider 和 GPS sensor 來取得目前位置的差異	
GPS sensor	Android's Network Location Provider
1.使用只能在戶外使用，且容易受到遮蔽物干擾精確度(屋簷下、騎樓、樹木等) 2.較為耗電。 3.無法快速地回傳座標資訊給使用者座標。	1.使用基地台或是 Wi-Fi 訊號來提供位置的資訊，所以在室內或室外皆可使用。 2.回覆座標資訊速度較快。 3.較不耗電。

### 2.3 增廣實境(AR，Augmented Reality)

增廣實境(AR，Augmented Reality) [8]是個即時的、直接或間接覆蓋在真實世界的實體上的科技。在現實的環境下的元素，藉由計算機輸入周遭環境的資訊，增強元素對人類感官的刺激、讓人們感官系統的感受進一步地被豐富、讓元素效果被增強、擴展。欲達成增廣實境(AR)需要一個現實世界中的空間，並在其中添加了虛擬的物件(包含了聲音、感官或由計算機產生出的影像)、回饋(可以是由計算機設備產生的觸覺震動或是其他影像、聲音來達到視覺及聽覺等等感官的回饋)等等，所以 AR 的訊息內容包含了現實世界的資訊及數位的訊息。

在 AR 系統中必須和現實世界中的物件作互動，所以會清楚的知道現實和虛擬的差異。而大多數 AR 只需知道現實物件和裝置之間的關係，即可將虛擬物件嵌入現實世界，不受場景的限制，可挑選自己中意的場地來作為 AR 技術的展示。

## 3、系統實作

循序漸進、確實執行每個 process 可避免成式運行後發生不必要的錯誤。程式會由開機後依序執行以下的 process:由資料庫取得資料。確認 GPS 及網路開啟。下載偵測障礙物所需地圖。快速得知所在地圖上位置的座標轉換。標記建築物的邊緣座標。判斷障礙物。

### 3.1 資料庫規劃及實作

從資料庫取出資料

本專題使用外部儲存方式(External Storage)存取資料 [9]。將資料庫存放於專案中的 assets 資料夾中(如圖 3.1)，由程式從外接式記憶卡中讀取資料庫並進行存取，此目的是為了方便資料庫的管理、更新及維護。

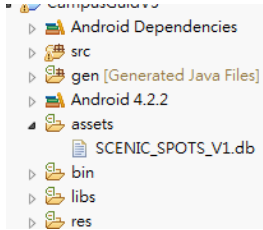


圖 3.1 將資料庫存放於 assets 資料夾中

資料庫規劃

Sqlite Database Browser 程式是一個免費、open source、輕巧的資料庫瀏覽器，本專題用它來創建、管理資料庫。資料庫規畫為建築物(building)及標記(mark)兩個 tables，建築物 table 記錄了被解說建築物的名字、座標、及解說內容。標記 table 則記錄了各建築物的邊緣座標。因為一棟建築物可能有多個邊緣座標，為了節省重複輸入的時間與儲存空間，採取了「關聯式資料庫(Relational Database)」方法來規畫資料庫。

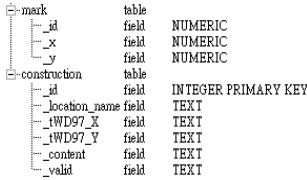


圖 3.2 資料庫結構

_id	_location_name	_tWD97_X	_tWD97_Y	_content	_valid
1	尚志教育研究館	21.52180712963974	121.06718775633672	紀念大同大學創始	1
2	經管大樓	21.52192251428937	121.066347741203437	專業經營系所修課	1
3	尚智大樓	21.52151452540502	121.065969996268162	資工系所修課處	1
4	電機大樓	21.52216797533558	121.068134433826796	化工系所修課處	1
5	資融大樓	121.521227	25.06832	化工系所修課處	1

圖 3.3 construction table 內容

### 3.2 確認 GPS 及網路的開啟

本 App 需要在開始執行前確認 GPS 及網路的可用性(意即本軟體是依賴在 GPS 及網路上的)。由於網路及 GPS 是可以手動開啟或是關閉的，當本程式偵測到 GPS 在未開啟的狀態，會將目前頁面跳至可切換 GPS 開啟/關閉的設定頁面，來讓使用者勾選。網路則是另一個不可或缺的功能，本程式會在無開啟任何網路狀態時跳出提醒的視窗，提醒使用者開啟網路，而在開啟網路的狀況下，當收訊不佳或是連線間有出現問題，將會顯示一個稱為 Activity circle 的動態小圓

圈，可以有請稍候安撫使用者之功效。

### 3.3 下載偵測障礙物所需地圖

這是為了實作障礙物偵測不可或缺的元件，本軟體在確認 GPS 及網路沒有問題後，立即透過 URL 至 Google Map 所提供的些 API 取得一張靜態的圖片 (static google map)。Google Static Maps API [10] 可在網頁中嵌入 Google 地圖，完全不需使用 JavaScript 或任何動態網頁載入，Google 靜態地圖服務會根據透過標準 HTTP 要求傳送的網址參數建立地圖，並將該地圖以圖片的形式回傳。透過 Google Static Maps API 可得到(圖 3.4)



圖 3.4 將主要的建築物以黑色標記

由於要進行障礙物處理，所以使用地圖的圖片就必須越單純越好，再將地圖下載之後，對圖片進行簡單的二值化，即圖片上的顏色不是黑色就是白色(圖 3.5)



圖 3.5 地圖圖片二值化

### 3.4 座標轉換

座標轉換

如何從地圖上得知目前裝置所在位置對於障礙物處理是很重要的，一般可透過 Google Map API 在特定經緯度座標上標記位置，並以圖片回傳，如圖 3.6

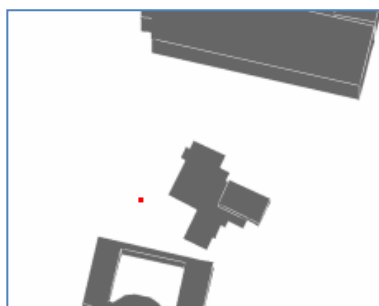


圖 3.6 在地圖圖片上標記一經緯度座標

但若透過此種方法，當裝置的經緯度位置變動後，必須將 GPS 取得的新座標，透過 Google Map API 重新下載一張圖片，也就是說每變動一次座標，就必須消耗一些網路流量及下載的時間(下載的速度受限於網路的速度，並非即時)，所以此種方法耗費時間及網路流量。本專題使用了一些方法來解決此問題。因為障礙物處理所採用的圖片皆是固定大小，所以本專題採用算術平均的概念，將經緯度座標轉換為圖片的 pixel 位置。

測量一張地圖圖片的邊界經緯度(左上、左下、右下)(如圖 3.7)



圖 3.7 左上、左下、右下的經緯度邊界值

經度範圍 25.06852 ~ 25.06849，經度差: 0.00267，距離為圖片的寬度。緯度範圍 121.52265 ~ 121.51997，緯度差: 0.00268，距離為圖片的高度。地圖圖片大小為寬 500 高 550。

當 GPS 取得新的經緯度座標

$$25.06849 \leq \text{目前經度} \leq 25.06852$$
$$121.51997 \leq \text{目前緯度} \leq 121.52265$$

$$[(25.06852 - \text{目前經度}) \div \text{經度差}] \times \text{圖片寬度}$$
$$[(121.52265 - \text{目前緯度}) \div \text{緯度差}] \times \text{圖片高度}$$

為了知道誤差有多大，將一些測試經緯座標透過 Google Map API 將這些地點以紅色點標記在回傳的圖片上，同時將這些座標透過本公式得到 pixel 的位置並以藍色點標記在圖上，若兩點重疊表示吻合，以綠色表示，如圖 3.8、圖 3.9

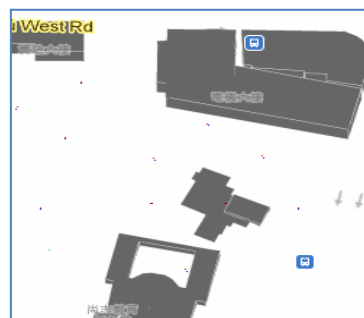


圖 3.8 座標轉換誤差圖 1

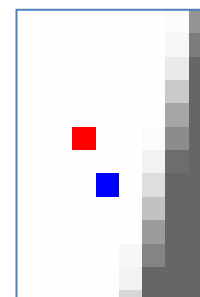


圖 3.9 座標轉換誤差圖 2



由結果可得知，誤差的座標小於 2 個 pixel，而 1 個 pixel 的誤差約為 0.5 公尺，所以使用此方法產生的座標所造成的誤差不會大於 1 公尺，在網路流量、時間花費、精準度間取得了平衡。

### 3.5 建築物標記

在透過 Goolg Map API 成功取得地圖圖片、進行圖片顏色二值化之後，首先取得一張乾淨的地圖圖片。接著找出各欲標記建築物的座標在圖片上的 pixel 位置，逐一記錄這些位置，並記錄在資料庫之中，經過此過程後，每次開啟本軟體便可直接由資料庫得知欲標記的建築物在地圖圖片上的 pixel 位置。

### 3.6 判斷障礙物

判斷障礙物

由 GPS 可得知目前裝置的經緯度座標，並透過公式轉換為地圖圖片上的 pixel 位置，接著由資料庫找出每棟建築物的邊緣的 pixel 位置，將每個邊緣和目前的位置作連線，並標記為綠色，若是連線路徑中有經過障礙物(即經過黑色的 pixel)，就將其 pixel 標記為紅色。一棟建築物有多個標記為邊緣的 pixel，若其中一個 pixel 至目前裝置位置的連線沒有經過任何障礙物(即沒有 pixel)，就判斷此棟建築物是可看見的，反之，若所有標記為邊緣的 pixel 和目前裝置位置的連線皆有經過障礙物(及線段上皆有紅色 pixel)，就判斷該建築物為不可見的(如圖 3.10、圖 3.11、圖 3.12、圖 3.13、圖 3.14)。

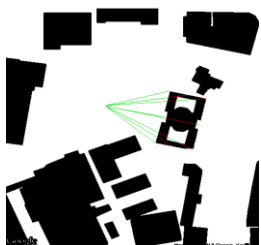


圖 3.10 「尚志教育大樓」  
是可見的

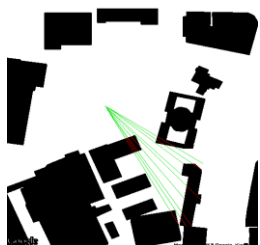


圖 3.11 「經營大樓」  
是可見的

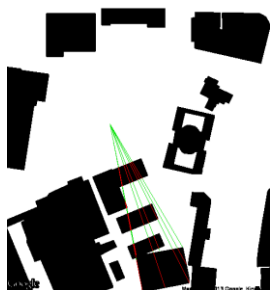


圖 3.12 「尚智大樓」  
是不可見的

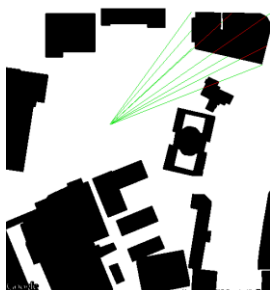


圖 3.13 「電機大樓」  
是可見的

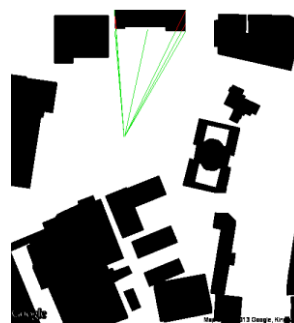


圖 3.14 「實驗大樓」是可見的

### 3.7 將建築物資訊顯示在螢幕上

在取得目前裝置的座標，並由此座標和資料庫內的各建築物透過數學運算得到各個相對角度後，還需要考慮目前的方位，由於取得的各個相對角度是以正北為基準，由方向 sensors 取得到的數值必須將各相對角度作一個轉換，若算出的相對方位為  $\theta$ ，而目前方向 sensors 取得到的數值為  $\phi$ ，實際上的相對方位為  $\theta - \phi$  (如圖 3.15)。若能算出目前一個角度 (sensors 取得到的數值) 實際上的相對方位，表示 360 個方位的實際相對方位可事先算出，所以事先將所有方位的實際相對方位算畢，待顯示時由算好的陣列取出即可，可省下不少時間和增加 performance。



圖 3.15 實際相對方位

算出實際相對方位之後，因各裝置相機視角皆不同，本軟體設手持式裝置可見視角為 50 度，若相對方位為 0 度，則顯示在螢幕正中央，相對方位小於目前方位顯示在螢幕左側，相對方位大於目前方位則顯示在螢幕右側。

## 4、系統分析

在開啟程式後，確認 GPS、網路等設備、服務有無問題(如 圖 4.2)，接著下載判斷障礙物所需地圖圖片、從資料庫讀取建築物的各個資訊，待取得 GPS 座標、方位數據後便可將資訊顯示在相對應的位置(如圖 4.1)。在 GPS 改變時作障礙物偵測，決定、取得所有可見的建築物，接著算出、紀錄這些建築物中 360 個方位顯示在螢幕上的位置座標，並由目前的方位 sensors 數值決定，如此一來在方位改變時即可快速地知道方位改變後重畫的位置(如 圖 4.3)。

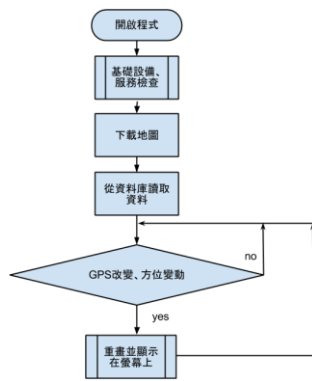


圖 4.1 程式執行流程圖

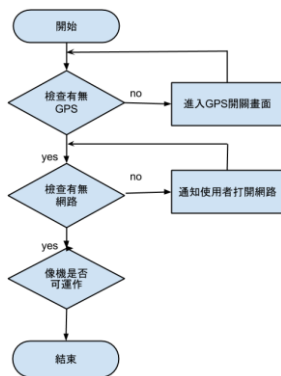


圖 4.2 先確認 GPS、網路等設備等服務

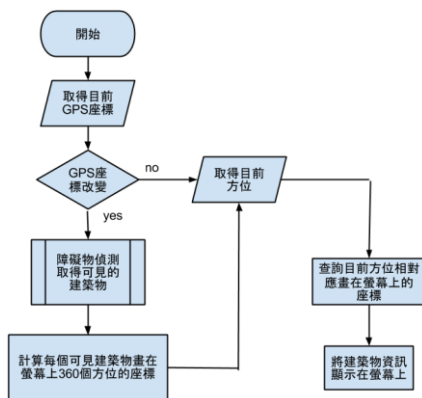


圖 4.3 GPS、方位改變

首先須確定所在處取得的 GPS 座標是精準或是誤差在可接受範圍內，所以使用內建 Android Google Map 程式來確認。接著開啟本程式，會有個一閃即過的視窗，代表下載障礙物偵測所需地圖圖片已下載完成。待 GPS 發生變動(意即取得新的 GPS 座標)，即可得到結果(如圖 4.4、圖 4.5、圖 4.6、圖 4.7、圖 4.8、圖 4.9)。

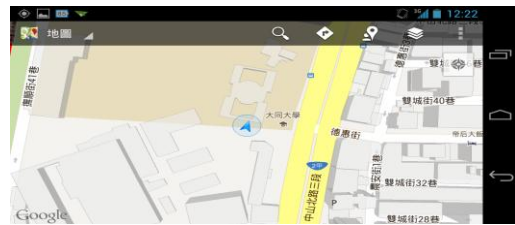


圖 4.4 使用內建 Google Map 軟體確認 GPS



圖 4.5 面對欲介紹建築物，等代 GPS 訊號



圖 4.6 建築物名稱、介紹會顯示在相對應的位置。看不見的建築物也因為障礙物偵測後而未顯示(電機大樓、實驗大樓)



圖 4.7 螢幕向右旋轉，文字位置便會向左移動



圖 4.8 螢幕向左旋轉，文字的位置會向右移動



圖 4.9 另一個方向，顯示出建築物名稱和介紹在建築物相對應位置

## 5、 未來展望

本專題仍有許多地方需要加以改進，以下是期待未來能改進的地方。

### 1. 取得 GPS 座標的精確度

受限於 GPS 所具備先天性的劣勢(無法在有遮蔽的地區(樹蔭、屋簷下、室內)得到精確的 GPS 座標)，可採用多個基地台來定位、等方法取得更精準的位置。

### 2. 建築物邊緣取樣的代表性

本專題採人工方式將欲介紹的建築物取近 10 個座標作為邊緣代表，可能欠缺代表性，可改用邊緣偵測等方法得到更具代表性的邊緣座標。

### 3. 地圖的精確度

由於 Google Map API 受限免費使用的圖片大小限制，縮放等級(zoom level)並非最大，意味著由此圖片得到的精確度並非最準確，若能採取付費者模式，便可取得更大、更精準的地圖圖片，障礙物偵測將會更加準確。

### 4. 使用者介面(user interface, UI)的規劃

由於本專題只使用最簡單的顯示方式。若能透過專業美工人士規劃、建議使用者介面的顯示方式，將會大大提升程式的質感、吸引使用著的注意，讓使用「認識校園」軟體的使用者增加。

## 6、 參考文獻

- [1] “Coordinate system - Wikipedia, the free encyclopedia,” [線上]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Coordinate\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Coordinate_system). [存取日期: 24 6 2013].
- [2] “Euclidean space - Wikipedia, the free encyclopedia,” [線上]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean\\_space](http://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_space). [存取日期: 24 6 2013].
- [3] “Geographic coordinate system - Wikipedia, the free encyclopedia,” [線上]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic\\_coordinate\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_coordinate_system). [存取日期: 24 6 2013].
- [4] “Great circle - Wikipedia, the free encyclopedia,” [線上]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Great\\_circle](http://en.wikipedia.org/wiki/Great_circle). [存取日期: 24 6 2013].
- [5] “Global Positioning System - Wikipedia, the free encyclopedia,” [線上]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System). [存取日期: 24 6 2013].
- [6] “Calculate distance and bearing between two Latitude/Longitude points using Haversine formula in JavaScript,” [線上]. Available: <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>. [存取日期: 24 6 2013].
- [7] “Sensors Overview | Android Developers,” [線上]. Available: [http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_overview.html](http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html). [存取日期: 24 6 2013].
- [8] “Augmented reality - Wikipedia, the free encyclopedia,” [線上]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Augmented\\_reality](http://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality). [存取日期: 24 6 2013].
- [9] “Using your own SQLite database in Android applications | ReignDesign,” [線上]. Available: <http://www.reigndesign.com/blog/using-your-own-sqlite-database-in-android-applications/>. [存取日期: 24 6 2013].
- [10] “Static Maps API V2 Developer Guide - Google Maps Image APIs — Google Developers,” [線上]. Available: <https://developers.google.com/maps/documentation/staticmaps/?hl=zh-us>. [存取日期: 24 6 2013].