

108 上學期 專題研究(二)---系館擴增實境導覽

學生:林睿哲 F64051059

指導教授:呂學展 教授

摘要

近幾年來，人工智慧成為科技產業熱門的話題，而機器視覺演算法等關鍵技術，促使影像辨識技術越趨成熟。加上手機遊戲寶可夢 Pokemon Go 爆紅後，擴增實境(Augmented Reality)的應用也越來越普及，因此這次的專題我運用擴增實境對系館每個教授辦公室做簡介，透過新的空間資訊技術讓學生及參訪者更了解教授的研究領域及專長，此外透過分析使用者在導覽時的瀏覽紀錄，運用深度學習中的類神經網路來推薦使用者適合從事 GIS、大地測量或者是遙感探測的研究。除了教授辦公室的簡介導覽外，礙於之前每次借用教室都需到系辦填寫紙本表單相當不方便，我也實作了一個線上的教室借閱系統，並運用擴增實境將每個教室的借用紀錄擴增出來，方便同學了解當天各教室的開放時間或者是借用負責人。最後將上述所有功能運用 Xcode11 整合在手機 APP 中，成為測量及空間資訊系專屬的 APP。

目錄

一. 製作動機

二. 實作方法

2.1 網頁及資料庫設計

2.2 IOS 系統 APP 開發

2.3 擴增實境介紹

2.4 類神經網路介紹

三. APP 功能介紹

3.1 教室借閱

3.2 教授簡介

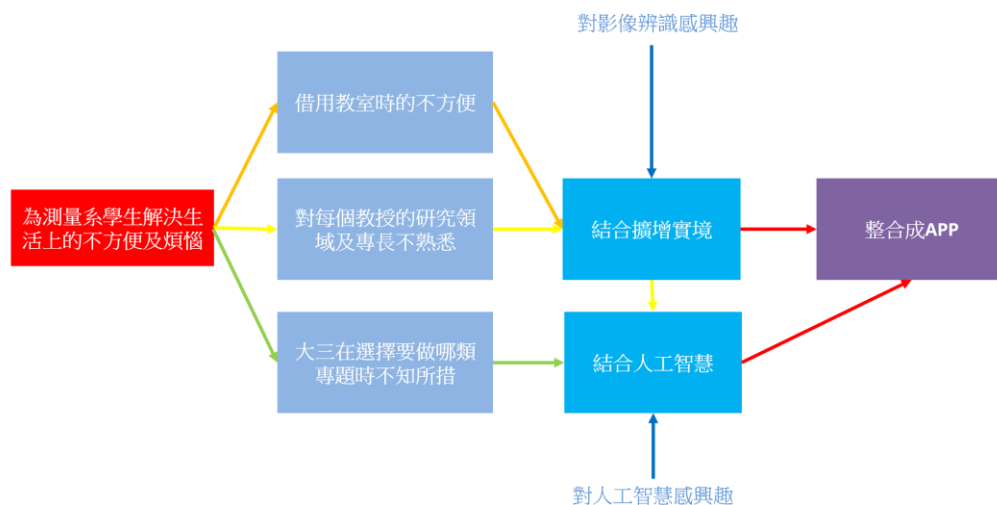
3.3 專題推薦

四. 總結

五. 未來工作

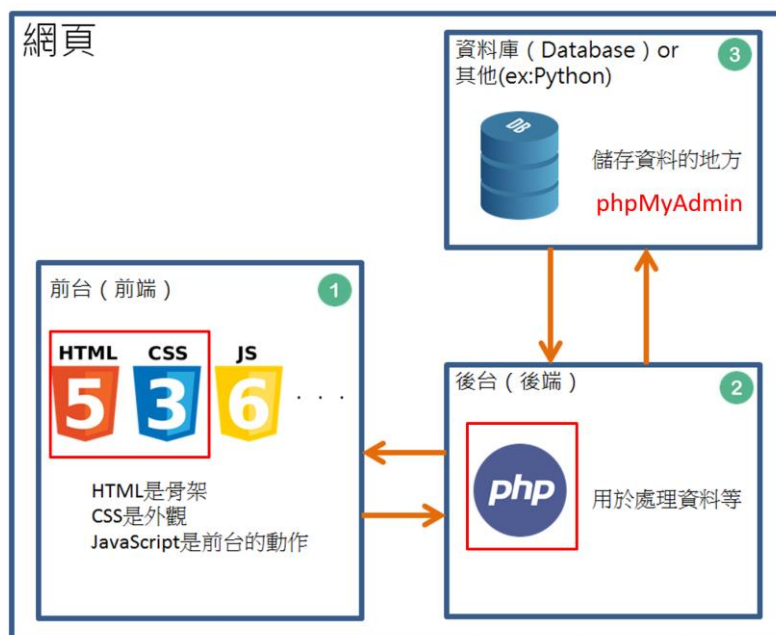
一. 製作動機

製作此 APP 的出發點為希望為測量及空間資訊系的學生解決一些日常中會遇到的不便或煩惱，像是在每次借用教室，皆需到系辦登記，相當麻煩，透過數位化，不但省時省紙張，也方便查閱及管理。又或者是大三在選擇專題指導教授時，對系上教授的專長及研究領域不是很熟悉，想透過簡單的導覽，讓學生有另一種管道獲得資訊，並分析導覽時的瀏覽紀錄，給使用者選擇專題類別的建議。綜合上述問題，結合自己想要研究的領域，也希望透過專題研究來學習一些有關影像辨識及人工智慧的知識和技術，因此我運用擴增實境的方式來整合並呈現這次的專題。



二. 實作方法

2.1 網頁及資料庫設計



上圖為網頁架構圖(紅色正方形與紅字是本次網頁架設所使用到的技術)

HTML 目前是網頁撰寫的主要標記語言，但早期的 HTML 功能較為薄弱，無法滿足使用者對文字控制及版面編輯的諸多需求。因此國際全球資訊網協會 (World Wide Web Consortium, W3C) 之前就有公佈網頁上「共用樣式表 (cascading style sheets, CSS)」，目前是第三版 CSS3，CSS 是一種樣式表 (Stylesheet) 語言，以增加 HTML 網頁外觀控制的功能，增加許多文字及版面的變化，這樣將可以比較有效的管理 web 網站！而此次網頁的頁面設計便是以 HTML5 及 CSS3 完成。

PHP 是一種開源的通用電腦指令碼語言，尤其適用於網路開發並可嵌入 HTML 中使用。PHP 的語法借鑒吸收了 C 語言、Java 和 Perl 等流行電腦語言的特點，易於一般程式設計師學習。PHP 的主要標的是允許網路開發人員快速編寫動態頁面，因此在資料處理方面採用 php8。

使用 phpMyAdmin 作為資料庫。phpMyAdmin 是一個以 PHP 為基礎，以 Web-Base 方式架構在網站主機上的 MySQL 的資料庫管理工具，讓管理者可用 Web 介面管理 MySQL 資料庫。藉由此 Web 介面可以成為一個簡易方式輸入繁雜 SQL 語法的較佳途徑，尤其要處理大量資料的匯入及匯出更為方便。其中一個更大的優勢在於由於 phpMyAdmin 跟其他 PHP 程式一樣在網頁伺服器上執行，但是您可以在任何地方使用這些程式產生的 HTML 頁面，也就是於遠端管理 MySQL 資料庫，方便的建立、修改、刪除資料庫及資料表。也可藉由 phpMyAdmin 建立常用的 php 語法，方便編寫網頁時所需要的 sql 語法正確性。

2.2 IOS 系統 APP 開發

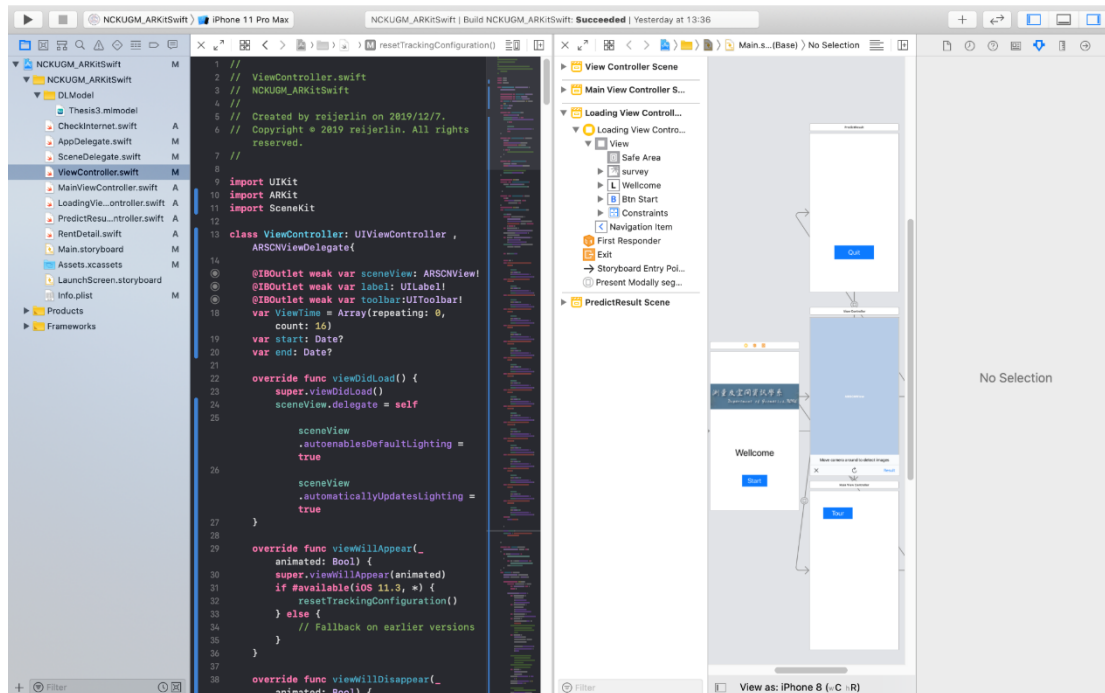
IOS APP 的開發流程與大二修習呂學展老師所開的行動裝置程式設計所學到的 Android APP 開發基本上大同小異，比較不一樣的是開發環境與使用的程式語言不同。

| | IOS | Android |
|------|---|--|
| 開發環境 | Xcode  | Android Studio  |
| 程式語言 | Swift  | Java  |

上圖為兩平台的比較

Xcode 是一個整合開發環境 (Integrated Development Environment，簡稱 IDE)，Xcode 提供你開發 App 所有的工具。它包含了最新版本的 iOS SDK (Software Development Kit 的縮寫)、一個內建的程式碼編輯器、圖形化使用者介面 (User Interface，簡稱 UI) 編輯器、除錯 (Debug) 工具，還有更多其他的工具。最重要的是，Xcode 提供了 iPhone (或 iPad) 的模擬器，讓你不需要用到實體裝置也能測試你的 App。

Swift 是蘋果公司在 2014 年 6 月的 AppleWWDC 蘋果開發者大會推出，是一種電腦程式語言，用來撰寫 OSX 和 iOS 應用程式，也就是說 Swift 所寫出的程式，可以跨兩種作業平台 iOS 和 Mac 上執行。Swift 是一個強大的跨 iOS 的和 OS X 平台的程式語言，開發起來比 Objective-C 更容易和快速。



上圖為本次 IOS 開發所使用 Xcode 之示意圖

2.3 擴增實境介紹

擴增實境是一種將虛擬資訊擴增到現實空間中的技術，它不是要取代現實空間，而是在現實空間中添加一個虛擬物件，藉由攝影機的辨識技術與電腦程式的結合，當設定好的圖片出現在鏡頭裡面，就會出現對應的虛擬物件。現今擴增實境套件相當豐富，本次專題採用蘋果公司推出的 ARKit。

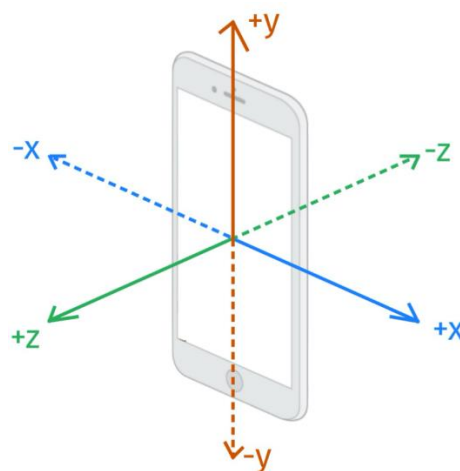


上圖為最常見的三種擴增實境套件

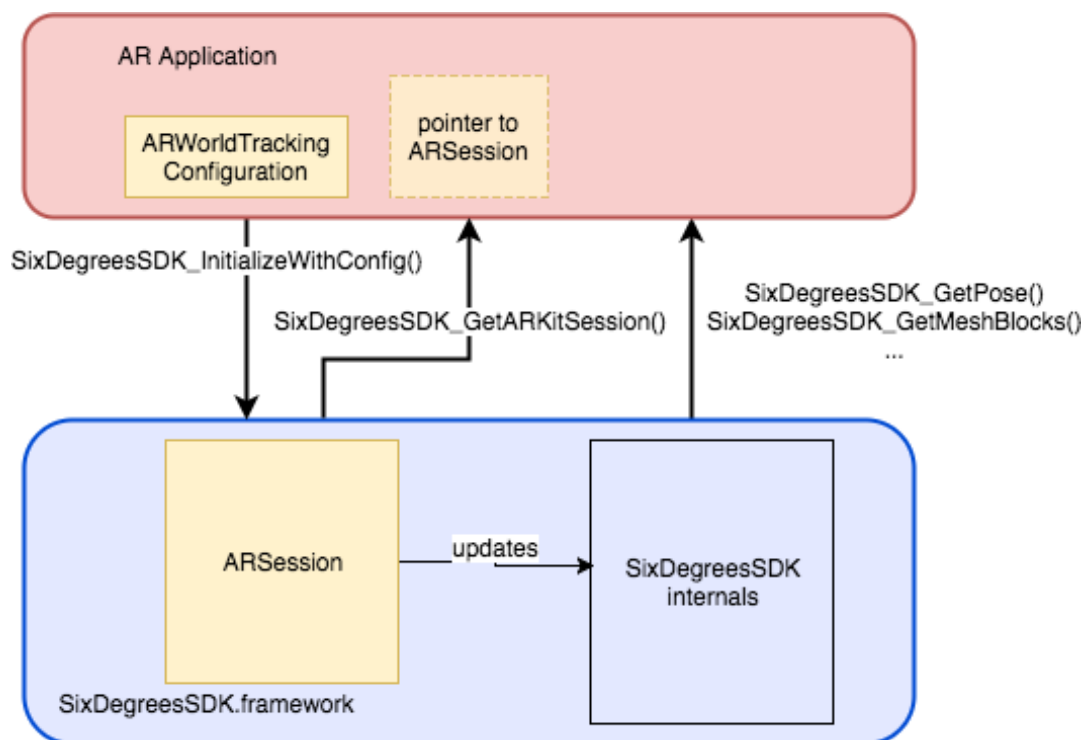
ARKit 為蘋果所提供之開發資源，最主要就是希望由本身先將擴增實境所需撰寫編碼、相關技術連接（例如透過內建陀螺儀、動態感測元件、相機確認裝置相對位置等），開發者無需自行花費時間與精力研究，直接在編碼內透過簡短幾行描述即可直接存取 ARKit API 資源，並且連接開發者自行撰寫程式內容，即可快速完成建立一個可使用複雜擴增實境技術的應用服務。ARKit 透過 A9 處理器(或以上)的裝置支援六個自由度(six- degrees of freedom，簡稱 6DOF)追蹤裝置的移動，較早期的手機多半只支援三個自由度，也就是三個旋轉軸。而這六個自由度因在攝影測量學中有提到，這邊便不額外說明。

| 三個旋轉軸 | 三個移動軸 |
|-----------|-------|
| 翻滾 (Roll) | x |
| 俯仰(pitch) | y |
| 偏擺(yaw) | z |

上左圖為六個自由度

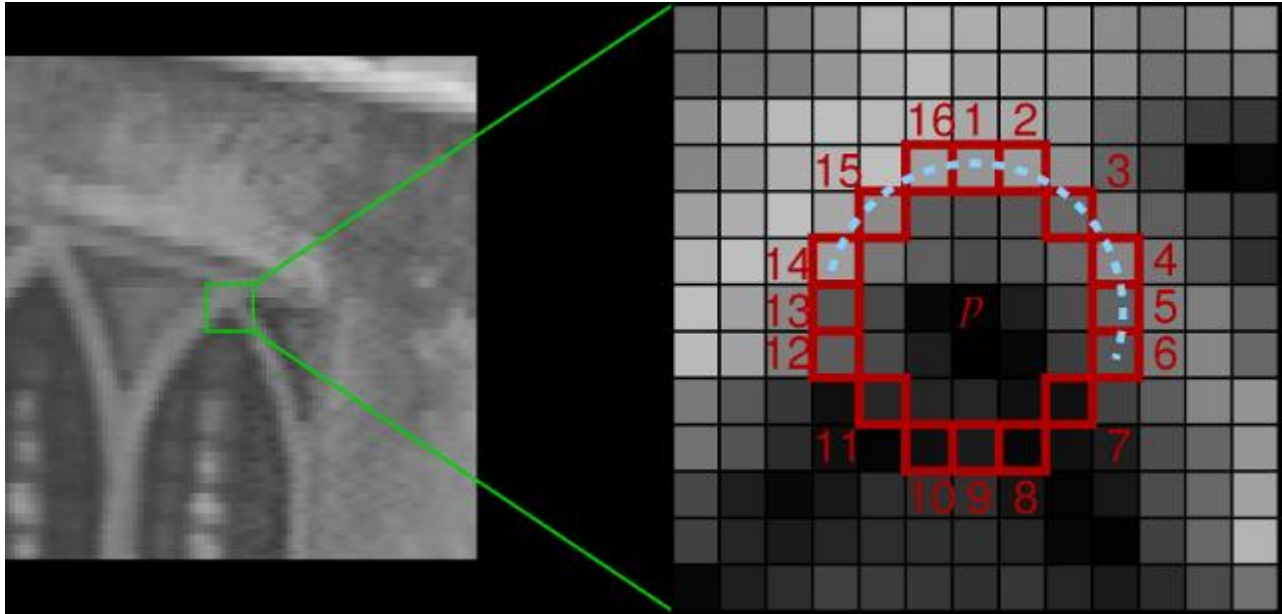


上圖為三個移動軸示意圖



上圖為 ARKit 利用 6DOF 進行追蹤裝置的流程圖

在影像特徵值萃取的部分，雖然市面上的 ARKit 與 ARcore 都未公布詳細內容或者是方法細節，可能為商業機密，但在現今移動裝置運算能力有限的情況下，多半採用的是一種名為 FAST 的演算法(全名:Features From Accelerated Segment Test)



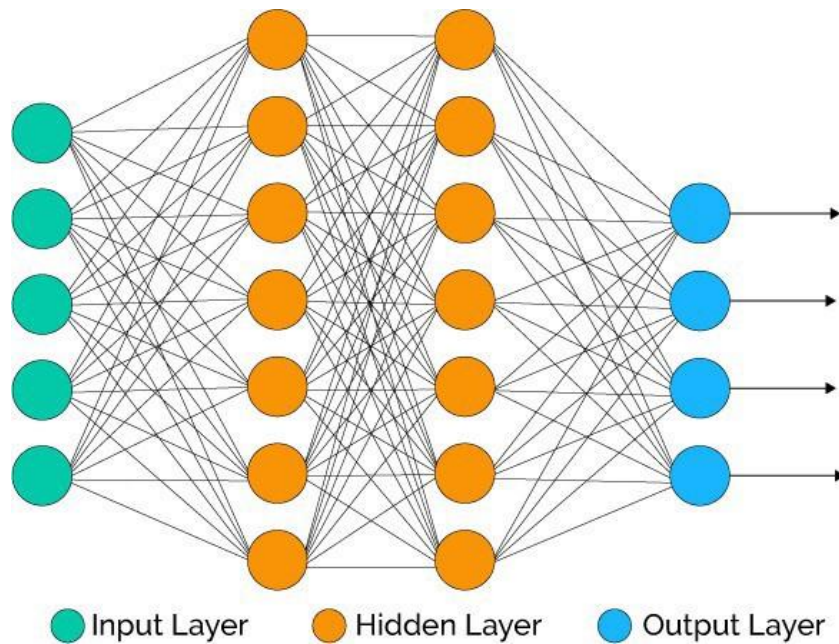
上圖為 FAST 演算法的示意圖

FAST 演算法步驟

| | |
|-------|---|
| Step1 | 在影象中任選一點 p ，假定其畫素（亮度）值為 I_p 。 |
| Step2 | 以 3 為半徑畫圓，覆蓋 p 點周圍的 16 個畫素，如上圖所示。 |
| Step3 | 設定閾值 t ，如果這周圍的 16 個畫素中有連續的 n 個畫素的畫素值都小於 $I_p - t$ 或者有連續的 n 個畫素都大於 $I_p + t$ ，那麼這個點就被判斷為角點。在 OpenCV 的實現中 n 取值為 12（16 個畫素周長的 $3/4$ ）。 |
| Step4 | 一種更加快的改進是：首先檢測 p 點周圍的四個點，即 1、5、9、13 四個點中是否有三個點滿足超過 $I_p + t$ ，如果不滿足，則直接跳過，如果滿足，則繼續使用前面的演算法，全部判斷 16 個點中是否有 12 個滿足條件。 |

2.4 類神經網路介紹

「類神經網路」，為電腦科學家由生物大腦的神經元運作方式所啟發、因而建立出來的數學模型。生物學上的神經元研究，啟發了 AI 領域關於「類神經網路」（或稱人工神經網路）的概念。神經系統由神經元構成，彼此間透過突觸以電流傳遞訊號。是否傳遞訊號、取決於神經細胞接收到的訊號量，當訊號量超過了某個閾值(Threshold)時，細胞體就會產生電流、通過突觸傳到其他神經元。為了模擬神經細胞行為，科學家設定每一個神經元都是一個「激發函數」，其實就是一個公式；當對神經元輸入一個輸入值（input）後，經過激發函數的運算、輸出輸出值（output），這個輸出值會再傳入下一個神經元，成為該神經元的輸出值。如此這般，從第一層的「特徵向量」作為輸入值，一層層傳下去、直到最後一層輸出預測結果。



上圖為簡易類神經網路示意圖

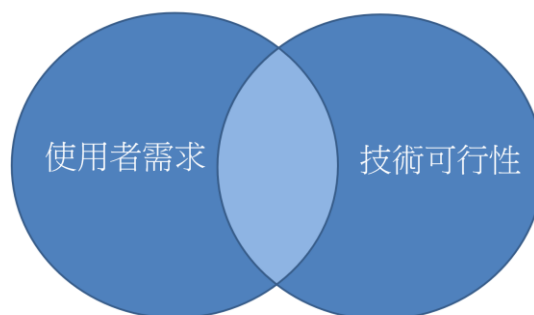
簡單來說，類神經網路是希望把資料透過多個處理層(layer)中的線性或非線性轉換(linear or non-linear transform)，自動抽取出足以代表資料特性的特徵(feature)，並利用這些特徵進行分類(classification)或回歸(regression)等問題。

三. APP 功能介紹

3.1 教室借閱



與管理者商討及頁面設計：



一個系統的開發，最重要的是了解使用者的需求，在與系辦鄭小姐討論後，按照她的需求著手透過HTML5 以及 CSS3 進行網站設計，在過程中也因為有些技術我無法完成，也是邊做邊修改，最後完成如以下之介面。

教室管理行事曆 管理員登入

< 2020 / 01

| Sun | Mon | Tue | Wed | Thu | Fri | Sat |
|-----|---|---|----------------------------|---------------------------|---|-----|
| | | | 1 15:00-16:30會客室(曾慶) | 2 14:00-17:00系圖書室(黃特慈) | 3 10:00-12:00系圖書室(謝志鑫) 14:00-15:00會客室(Pham Minh Chau) 15:00-17:00會客室(林昭宏) 17:00-19:00會客室(曹勤) 22:00-00:00會客室(夏子榮) | 4 |
| 5 | 6 09:30-12:00系圖書室(黃特慈) 15:00-17:00副館 研究生教室、副館 大二教室(徐孝輝) | 7 14:30-17:00系圖書室(郭德) 15:00-17:00副館 大二教室(徐孝輝) | 8 14:00-17:00系圖書室(黃特慈) | 9 09:00-12:00系圖書室(謝志鑫) | 10 09:30-12:00系圖書室(黃特慈) 14:00-17:00系圖書室(謝志鑫) | 11 |
| 12 | 13 09:30-11:00系圖書室(謝志鑫) 10:00-11:30會客室(謝平宏) | 14 09:30-11:30系圖書室(Adillah Adzharah) | 15 14:00-16:00系圖書室(黃特慈) | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 10:30-13:00系圖書室(Sahwa Nabillah) | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |

教室借用行事曆

Jan 3, 2020

| Time | Place | Applicant | Event | Status |
|---------------|-------|----------------|-------------|--------|
| 10:00 ~ 12:00 | 系圖書室 | 謝志鑫 | 實驗室meeting | 審核通過 |
| 14:00 ~ 15:00 | 會客室 | Pham Minh Chau | Lab meeting | 審核通過 |
| 15:00 ~ 17:00 | 會客室 | 林昭宏 | 系教評會議 | 審核通過 |
| 17:00 ~ 19:00 | 會客室 | 曹勤 | 討論報告 | 待審中 |
| 22:00 ~ 00:00 | 會客室 | 夏子榮 | 空資營開會 | 審核通過 |

教室借用行事曆

Jan 3, 2020

| | | | |
|-------------------|---|-----------------|-------|
| *借用人(Applicant) | 自動填入 | *年級(Grade) | 大一 |
| *學號(Student ID) | | *FB暱稱(Facebook) | |
| *場地(Place) | <input type="checkbox"/> 會客室(55104) <input type="checkbox"/> 系電腦教室(55208) <input type="checkbox"/> 系圖書室(55209) <input type="checkbox"/> 空間資訊教室(55206) <input type="checkbox"/> 大一教室(55250) <input type="checkbox"/> 副館 研究生教室(55150) <input type="checkbox"/> 副館 大二教室(55160) <input type="checkbox"/> 副館 大三教室(55170) <input type="checkbox"/> 副館 大四教室(55180) <input type="checkbox"/> 綜合教室(55105) | *電子郵件(e-mail) | |
| *開始時間(Start time) | --:-- | *結束時間(End time) | --:-- |
| *事由(Reason) | | | |
| 備註(Note) | | | |

系館空間借用申請結果通知 收件匣



測量系辦公室

寄給我

英文 中文(繁體) 翻譯郵件

您好!

借用空間資訊如下:

借用人(Applicant): 林書哲

日期(Date): 2019-07-02

空間(Place): 會客室

使用完畢後請將空間場地清潔乾淨, 電器產品確實關閉, 違反規定取消借用資格, 謝謝配合。

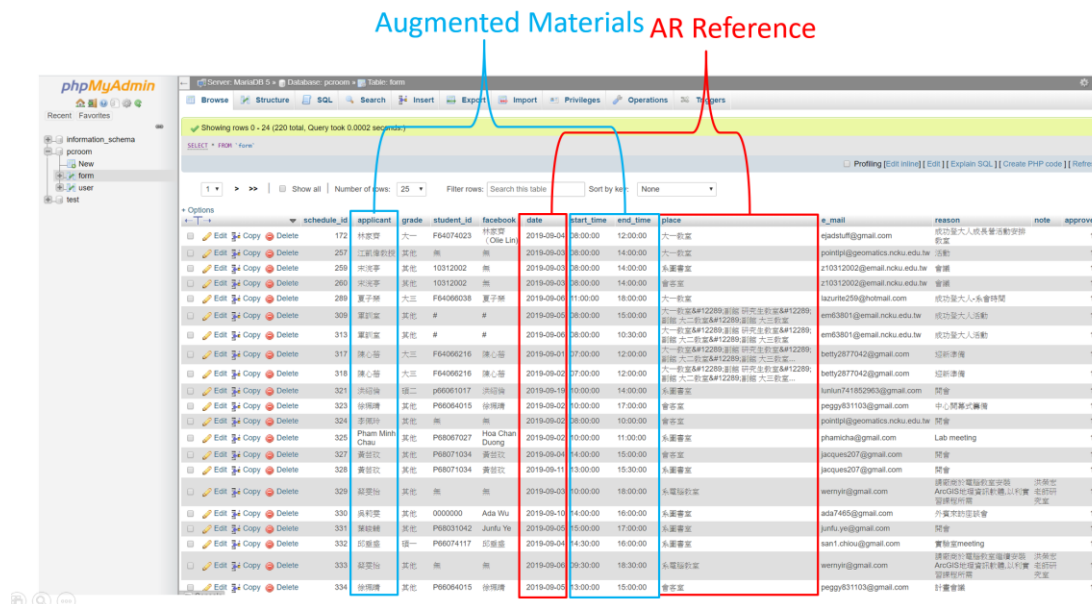
(Please keep the room clean and turn off all the electrical equipments before leaving. Any violation will result in disqualification from using the room. Thank you for your cooperation!)

回覆

轉寄

建立資料庫及資料儲存讀取

下圖為透過 phpMyAdmin 建立之資料庫，其中紅色的借用日期和地點為擴增借用紀錄時需要與資料庫比對的資料，藍色的借用人、開始時間及結束時間，為符合比對條件後所傳回的資料，用於擴增內容。



擴增借用紀錄

在 APP 裡透過讀取 Url 的方式，從資料庫比對並下載所需資料之 Json 檔後解析。以下以 2020 年 1 月 3 日會客室的借用紀錄作為例子。

借用紀錄：

| Jan 3, 2020 | | | | |
|---------------|-------|----------------|-------------|--------|
| Time | Place | Applicant | Event | Status |
| 10:00 ~ 12:00 | 系圖書室 | 謝宏鑫 | 實驗室meeting | 審核通過 |
| 14:00 ~ 15:00 | 會客室 | Pham Minh Chau | Lab meeting | 審核通過 |
| 15:00 ~ 17:00 | 會客室 | 林昭宏 | 系教評會議 | 審核通過 |
| 17:00 ~ 19:00 | 會客室 | 曹勤 | 討論報告 | 待審中 |
| 22:00 ~ 00:00 | 會客室 | 夏子堉 | 空資營開會 | 審核通過 |

Url:

140.116.80.138/~pcroom/iosConnect.php?ymd=2020-01-03&place=會客室

Json:

```
[{"schedule_id": "567", "0": "567", "applicant": "Pham Minh Chau", "1": "Pham Minh Chau", "03", "start_time": "14:00:00", "6": "14:00:00", "end_time": "15:00:00", "7": "15:00:00", "place": "meeting", "note": "", "11": "", "approve": "1", "12": "1"}, {"schedule_id": "572", "0": "572", "applicant": "\u590f\u5b50\u7439", "1": "\u590f\u5b50\u7439", "03", "start_time": "22:00:00", "6": "22:00:00", "end_time": "00:00:00", "7": "00:00:00", "place": {"schedule_id": "575", "0": "575", "applicant": "\u6797\u662d\u5b8f", "1": "\u6797\u662d\u5b8f", "03", "start_time": "15:00:00", "6": "15:00:00", "end_time": "17:00:00", "7": "17:00:00", "place": {"schedule_id": "576", "0": "576", "applicant": "\u66f9\u52e4", "1": "\u66f9\u52e4", "grade": "1", "03", "start_time": "17:00:00", "6": "17:00:00", "end_time": "19:00:00", "7": "19:00:00", "place":
```

```

1  <?php
2
3  require_once('functions.php');
4
5  $pdo = connectDB();
6
7  $ymd = $_GET['ymd'];
8  $classroom=$_GET['place'];
9
10 $sql = "SELECT * FROM form WHERE date = '". $ymd . "'"; //MySQL
11 $stmt = $pdo->prepare($sql);
12 $stmt->execute();
13 $results = $stmt->fetchAll();
14
15 $resultArray = array();
16 $tempArray = array();
17 foreach($results as $result){
18     $place=$result['place'];
19     $P=explode("&#12289;", $place);
20     foreach ($P as $value){
21         if($value==$classroom){
22             array_push($resultArray, $result);
23             break;
24         }
25     }
26 }
27 echo json_encode($resultArray); //Json
28
29 unset($pdo);
30 ?>

```

上圖為把從資料庫比對成功之資料轉成 json 型式的方法

成果展示



3.2 教授簡介



蒐集門牌及設計擴增物件

拍攝各教授辦公室門牌並裁切成合適大小，擴增物件的部分與指導老師呂學展教授討論後決定非本次專題重點，目前沒有特別設計，主要是以截取系網上的教授簡介為主，這部分未來有待與各教授討論自己想呈現的簡介內容，進一步精心設計。

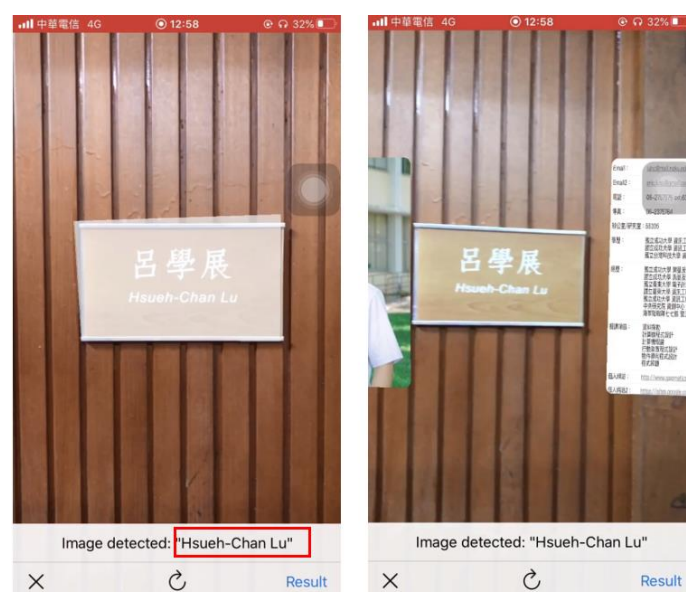
擴增教授簡介

下圖為從教授辦公室門牌的特徵萃取到匹配成功後的擴增流程，影像特徵值萃取以及影像特徵值匹配這兩部分皆是由 ARKit 所包辦。



成果展示

下左圖為影像特徵值匹配成功時，會出現一個透明白色平面，並輸出教授名稱，下右圖則為擴增後的簡介顯示。



3.3 專題推薦

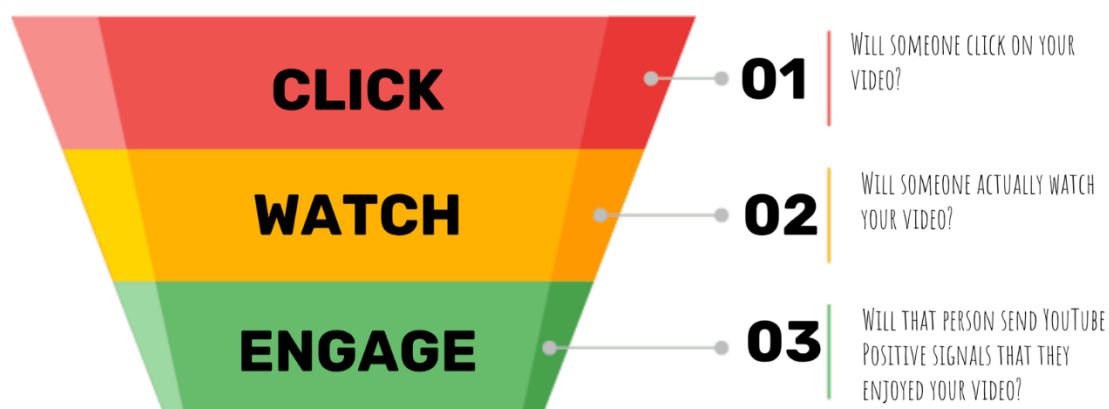


方法思考

推薦系統在現今社會可說是無處不在。當你在亞馬遜瀏覽網路書店時，網站上的推薦清單讓你更有機會找到有興趣的書籍；影音串流網站 YouTube 根據你看過的影集及電影給你專屬化推薦，讓你不必煩惱如何選片。推薦系統流派與方法的發展雖已趨於成熟，但在現今科技蓬勃發展、凡事講求快狠準的時代，如何兼顧速度與準確度，有效滿足社會需求，仍有很大的進步空間。

此次專題我的靈感源自於日常生活常用到的 YouTube，YouTube 透過我們的瀏覽紀錄來推薦適合我們的相關影片，而在我的專題推薦功能中，我也利用使用者在閱讀不同教授時的瀏覽時間做為喜好程度的標準，並運用事先調查好的資料建立模型，最後把瀏覽時間作為輸入輸出推薦結果。

YouTube Algorithm Simplified.



上圖為 YouTube 演算法概要

數據蒐集

透過 Google 表單進行調查，表單內容則是我各挑選系上每位教授開的一門課，16 位教授總共 16 門課，讓大家對這 16 門課填寫感興趣程度(1 分-5 分)，並在最後讓大家填寫他們修的專題類別，作為資料的標籤。

專題調查

麻煩依照對課程感興趣程度填寫(不考慮授課教師因素)

1分:超無聊

2分:有一點無聊

3分:普普

4分:有一點興趣

5分:有興趣

最後選擇想要修習或已經修習的專題類別

ex: GIS or 大地 or 遙測

資料僅研究上使用!

上圖為表單設計方法

(16 features) Label

| 大地測量 | 遙感探測 | 攝影測量 | 地理資訊系統 | 雷達及光達測量 | 地形圖形分析 | 空間資訊分析 | 資料探勘 | 空間統計 | 地圖學概論 | 測量平差 | 專題類別 |
|------|------|------|--------|---------|--------|--------|------|------|-------|------|------|
| 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 大地 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | GIS |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 大地 |
| 5 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 大地 |
| 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 大地 |
| 1 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 遙測 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 大地 |
| 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | GIS |
| 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 遙測 |
| 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 遙測 |
| 2 | 4 | 2 | 5 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | GIS |
| 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 遙測 |
| 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | GIS |

上圖為最後獲得的數據

訓練模型

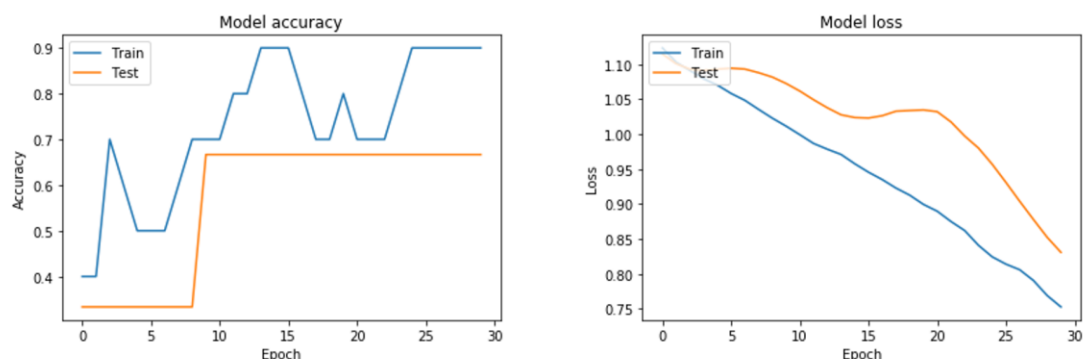
在模型的訓練我使用的是 Python3.7 中的 Keras 2.2.5，訓練模型為簡易的神經網路，輸入為 1x16 的向量(16 門課的喜好程度)，輸入前我先將喜好程度皆除以最大值 5 進行正規化，輸出為 1x3 的向量(適合各類專題的機率)。隱藏層採用兩層 64 個神經元，學習優化器為 adam，訓練 30 個 epochs，batchsize 為 8。以下為模型建立之詳細示意圖

```
model = models.Sequential()
model.add(layers.Dense(64, input_dim=16, activation='relu'))
model.add(layers.Dense(64, activation='relu'))
model.add(layers.Dense(64, activation='relu'))
model.add(layers.Dense(3, activation='softmax'))
```

```
model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])
```

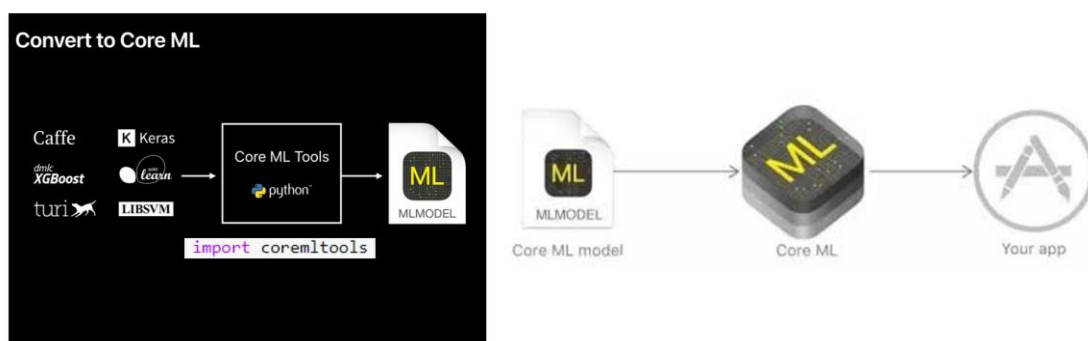
```
history = model.fit(X_train, y_train, validation_data = (X_test, y_test), epochs=30, batch_size=8)
```

下左圖為模型的準確度，右圖為模型的損失函數，由於這次只有資料收集到十三筆資料，因此該模型的參考價值仍有待評估。



模型嵌入

訓練好模型後透過蘋果公司開發的 CoreML 套件將模型儲存並嵌入我們的手機中，將導覽時使用者閱讀每位教授簡介的時間進行正規化(除以閱讀時間最大值)後，產生 1x16 的向量作為 input，透過剛訓練好的 Model，推薦使用者適合從事哪類專題。



上圖為將模型嵌入 APP 的流程圖

```
import coremltools
```

```
WARNING:root:TensorFlow version 1.15.0 detected. Last version known to be fully compatible is 1.14.0 .
WARNING:root:Keras version 2.2.5 detected. Last version known to be fully compatible of Keras is 2.2.4 .
```

```
output_labels = ['GIS', '大地', '遙測']
# For the first argument, use the filename of the newest .h5 file in the notebook folder.
coreml_thesis_3 = coremltools.converters.keras.convert(
    'Thesis3.h5', input_names=['features'], output_names=['output'], class_labels=output_labels)
```

```
0 : dense_1_input, <keras.engine.input_layer.InputLayer object at 0x7ff1840d4f28>
1 : dense_1, <keras.layers.core.Dense object at 0x7ff1840d4fd0>
2 : dense_1_activation_, <keras.layers.core.Activation object at 0x7ff184103be0>
3 : dense_2, <keras.layers.core.Dense object at 0x7ff1840dd7f0>
4 : dense_2_activation_, <keras.layers.core.Activation object at 0x7ff184103da0>
5 : dense_3, <keras.layers.core.Dense object at 0x7ff1840d4748>
6 : dense_3_activation_, <keras.layers.core.Activation object at 0x7ff1840890f0>
7 : dense_4, <keras.layers.core.Dense object at 0x7ff1840d4940>
8 : dense_4_activation_, <keras.layers.core.Activation object at 0x7ff1840893c8>
```

```
coreml_thesis_3.save('Thesis3.mlmodel')
```

上圖為將 keras 模型轉換為 CoreML 模型的詳細過程

成果展示

下圖為其中一個範例，圖中三個 1x16 向量分別為:初始化->瀏覽呂學展教授 11 秒鐘->瀏覽洪榮宏教授 13 秒鐘後的結果，經過正規化後作為輸入，得到適合三種專題的個別機率。

```
Start
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 11, 0, 0, 0]
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 13, 0, 0, 0, 11, 0, 0]
Optional(["遙測": 0.33081671595573425, "GIS": 0.32176488637924194, "大地": 0.3474184572696686])
```

中華電信 4G 13:37 26%

大地

Quit

上圖為成果示意圖

四. 總結

4.1

在網頁及資料庫設計上，因事先沒修習過相關課程，技術水平不夠，導致鄭小姐有些需求無法滿足，這部分將在下學期持續精進，完成使用者需求。

4.2

在影像特徵值匹配時會受到光線以及相機姿態影響，導致匹配速度或準確度下降，因此在影像特徵值萃取方面仍有待進一步研究。

4.3

選擇指導教授可能不單單只考慮興趣，可能包括教授的個性、上課經驗、同儕影響等等，因此推薦方面有待加強。

五. 未來工作

5.1 新增互動式導覽的擴增實境

5.2 優化推薦功能

5.3 整理網頁及資料庫資料方便交接給學弟妹管理

5.4 整理 IOS APP 並上架 App Store 實際供學生使用