

人工智慧方法應用於停車場資訊系統之建置

陳健忠¹, 黃光宇^{2a}, 蔡佩容³

¹嶺東科技大學資訊管理系助理教授

²嶺東科技大學資訊管理系教授

³嶺東科技大學資訊管理系碩士生

摘要

隨著經濟蓬勃發展以及生活步調變快之改變，造成自用車數量急速增加。雖然，隨著汽車數量不斷增加，人們得以享受其帶來的便利及舒適，但卻因外出時，傳統停車場採用人工管理或則燈號管制的辦法，會產生一些不可避免的缺點，如停車管理不善、效率低或安全性差等問題。

當民眾於假日至百貨公司進行休閒活動或大型公司之員工平時上班時，卻需面臨進入停車場，因車場面積過大且停車位短缺，需繞行整個車場找尋車位的窘境；而浪費時間找尋車位除了影響工作或休閒情緒外，也會引排放廢氣過多造成環境汙染。

因此本研究目的以物聯網及人工智慧為基礎，資訊管理服務為主軸，架設用以於利用Arduino之感光模組判斷各個停車位是否有車輛停放，再透過Arduino之WIFI模組即時傳遞車位訊息至Server-停車場車位概況系統。平台會立即判斷並統計剩餘的車位數量與位置，並利用Dijkstra演算法規劃從出入口至車位的最短路徑，即時產生停車場車位資訊概況圖，傳送至停車場車位概況之APP。

藉此，透過即時停車場車位概況之APP.掌握停車場資訊，無須再耗費時間在停車場內找尋車位而影響逛街心情或煩惱無停車位可停的窘狀。

關鍵詞：人工智慧、Arduino、Dijkstra演算法、APP.

^a 通訊作者

The Establishment of Parking Information System by Using the Artificial Intelligence

Chien-Chung Chen¹, Kuang-Yu Huang^{2*}, Pei-Rong Cai³

Department of Information Management, Ling Tung University,
Ling Tung Rd., Taichung City 40852, Taiwan

¹ltu092029@teamail.ltu.edu.tw

²kyhuang@teamail.ltu.edu

³b7523689@gmail.com

ABSTRACT

With an economic boom and the pace of life is getting faster, resulting in a rapid increase in the number of cars used. People enjoy its convenience and comfort for using cars, but result in parking mismanagement and other issues because of the limitations of Taiwan villain thick.

When the people engaged in leisure activities or went to work, they would face the problem to bypass the entire parking lot to find the parking space because of the larger parking area and the parking space being short. To waste time to look for parking spaces will affect the mood of work or leisure, and will also lead to environmental pollution caused by excessive exhaust gas.

Therefore, this study aimed to parking information system based on advanced information systems architecture passersby, set up for use in the photosensitive Arduino modules determine whether each parking of vehicles parked there, then information instantly passed through the use of WIFI module to parking service server immediately determining the remaining statistics and the number and location of parking spaces, using Dijkstra algorithm to plan the shortest paths from the entrance to the parking, generating overview diagram information, and transmitting the parking information to the APP..

In this way, the parking lot information can be grasped through the APP. of the Instant Parking Lot Overview. It is no longer necessary to spend time searching for the parking space in the parking lot.

Keywords: Artificial Intelligence, Arduino, Dijkstra algorithm, APP.

壹、緒論

一、研究背景與動機

隨著經濟蓬勃發展以及生活步調變快之改變，汽車的使用用於滿足交通便捷及舒適生活品質。然而，隨著汽車數量不斷增加，人們雖然得以享受其便利及舒適，卻也同時因為台灣地小人稠之侷限，造成停車管理不善等問題。學者(張美香等，1999)於1999年針對停車者的停車特性分析作探討，提出以桃園縣府前停車場及縣府區其他停車場的使用者為問卷對象，其中一項為停車遭遇困難；結果顯示使用者找尋車位時間花費相當高。傳統停車場為改善車位管理系統，藉由透過抽取號碼牌或感應裝置並轉換為剩餘車位數量等停車場資訊顯示於入口大螢幕上的方式來管理車位。目前大型公司員工上班及民眾假日到百貨公司進行休閒活動時，卻需面臨進入停車場時，因車場面積過大且停車位短缺，需繞行整個車場找尋車位的窘境；再者，大部份停車場都是樓層式，找尋車位時間拉長，除了影響工作或休閒情緒，也會引排放廢氣過多造成環境汙染的問題。因此，如何在這些大型停車場中導引駕駛找到停車位，變成一個實際而待解決的問題。

因此，許多研究學者透過智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System，簡稱ITS)(Papadimitratos, P, 2009)中的資訊管理服務希望讓資訊管理服務可以藉由先進資訊及通訊技術，使資訊管理服務不論於車上、家中、辦公室或室外皆可方便取得所需之即時交通資訊，作為運具、行程及路線選擇之參考，以增進資訊管理服務停車效能。為此，國內停車導引資訊之專利中，彭憲貴等人(彭憲貴等，2009)於2010年提出停車空位指示裝置，施設於單一平面或分層式之停車場，主要將每一感測器單元與主控制器連接；主控制器，係與車場前置顯示螢幕連線；經由通信線路所傳回各感測器單元訊號做運算，最後再將運算結果顯示在車場前置螢幕中。螢幕內容可化分出車位總數顯示區域與尚有車位顯示區域。此一系統，雖可指引車輛駕駛人找尋適合的車位，卻無法使駕駛人進入停車場時即時掌握停車空位情況，若車位被其他車輛先行停入，一樣需耗費時間找尋車位。

物聯網(Internet of Things；IoT)是各種感知技術的廣泛運用，得以將感知技術與人工智慧相結合；因此，近年來由於物聯網的蓬勃發展(Levinson, D., 2003)，漸漸將現實生活中的各種智能物件(Smart Object)相連接，形成普及運算(Ubiquitous Computing)的環境。在實際智能交通的應用中，透過結合不同類型感測器(Sensor)所發展出之各種應用，提供資訊管理服務所需的相關資訊。因此，有學者(Jung, H. G., etc.，2006)以視覺辨識為基礎建立車位

引導系統，透過停車場中架設之攝影機拍攝車位影像，經由影像識別技術來判定停車位是否停有車輛。雖然上述方式可以快速找尋到停車位，但容易受限於停車場環境(如停車場過於昏暗)所導致辨識出現誤差的問題。其他亦由學者投入如ZigBee(Hirakata, Y. etc., 2012)為基礎的車位引導系統，但面臨了 ZigBee standards, small memory size 的限制(Yi, P., etc., 2011)；以及超音波(Idris, M. Y. I., etc., 2009)為基礎的車位引導系統，也面臨測量距離誤差易受超音波回波(擺設位置)影響之限制(Jiang, K., etc., 1999)。另有研究利用無線射頻辨識(RFID)(Jian, M. S., etc., 2008)為基礎發展車位引導系統，雖然可以完成即時車位顯示，亦無法協助資訊管理服務停車位之路徑規劃，快速並有效地找尋到停車位。

而吳等人(江集祥，2010)於2014年提出車位識別系統，係設置於停車場之車位中，主要將偵測裝置係與該無線傳輸裝置連結，偵測該車位是否有車輛駛入；其中，當偵測裝置偵測到車位有車輛駛入時，會啟動定位裝置及無線傳輸裝置，使無線傳輸裝置與駛入車輛之車主之行動裝置進行配對，並將該車位之位置之車位資訊傳送至行動裝置。透過先行配對方式，可使駕駛人不需再花費時間尋找車位，但卻無法讓駕駛人自由選擇想停之車位。因此，本研究希望利用(1)物聯網提供即時資訊；(2)相關停車位路徑規劃機制，以及(3)使用者APP.應用設計，以即時產生停車場停車位路徑規劃資訊至資訊管理服務APP.上，有效地提升停車效能及降低廢氣排放。

物聯網為基礎，資訊管理為主軸，Arduino判斷車輛停放，Wifi模組傳遞訊息至系統

二、研究目的

物聯網(Internet of Things ; IoT)為將現實生活中的各種智能物件(Smart Object)相連接，形成普及運算(Ubiquitous Computing)的環境。而智慧型運輸系統的資訊管理服務是藉由網際網路、無線通信技術、衛星定位、手機與車機系統，傳輸給予使用者，讓使用者可於住家、辦公室、公眾場所、運輸工具上，迅速取得運輸資訊，作為行程規劃的參考(郭萱聖等，2013)。在眾多的感測模組中，因 Arduino可簡單地與感測器或各種的電子元件連接，如紅外線、超音波、熱敏電阻、光敏電阻、伺服馬達等做出互動作品，價格也較一般電路板便宜，有利於建置各種需要感測機制的資訊系統，也可獨立運作，成為與軟體溝通的介面。

所以，研究中以物聯網為基礎，智慧型運輸系統中的資訊管理服務為主軸，架設用以Arduino之感光模組判斷各個停車位是否有車輛停放，並透過Arduino之WIFI模組即時傳遞車位訊息至Server-停車場車位概況系統。該Server接收車位訊息於資料庫儲存。平台會立即判斷並統計剩餘的車位數量

與位置，並利用Dijkstra演算法規劃從出入口至車位的最短路徑，即時產生停車場車位資訊概況圖，傳送至停車場車位概況之APP。

藉此，民眾到達現場，就可透過停車場車位概況之APP.掌握停車場車位資訊。不須再耗費時間在停車場內找尋車位而影響逛街心情。即使在家中，也可透過停車場車位概況之APP.掌握車場停車資訊，就可安排外出時間，不須再到現場煩惱無停車位可停。

三、研究流程

本研究之研究流程如下：

1. 確定本研究的研究主題，界定本研究的範圍與限制。
2. 進行文獻資料收集整理: (1)收集目前相關的停車資訊系統開發及應用發展之專利，以實作為考量，參考前人專利，發展適合的資訊系統。(2)收集Arduino韌體專案平台相關資料，找出適合的套件。(3)收集最短路徑演算法資料，已找出適合的演算法，算出從出入口到停車位的最短路徑。
3. 進行系統建構，共分三個子系統：(1) Arduino之停車場感知子系統，感知子系統內含有(a)感光模組—判斷各個停車位是否有車輛停放，(b)WIFI模組—傳遞車位訊息至Server-停車場車位概況系統；(2) Server-停車場車位概況計算子系統，負責接收訊號並判斷車位的資訊概況，再利用Dijkstra演算法計算停車場入口至空車位之最短路徑，描繪出車位概況圖；(3) APP.停車場車位概況顯示子系統，負責顯示停車場車位概況圖。
4. 進行系統整合與實測，將系統做整合動作並將Arduino模組帶至實際環境進行實測，已了解系統是否有誤或誤判。
5. 分析實測結果，以了解系統是否會因環境、時間的不同，而出現不一樣的結果。
6. 結果與討論。

貳、文獻探討

一、智慧型運輸系統

智慧型運輸系統是結合資訊、通信、電子、控制及管理軟硬體設施之交通運輸系統，應用於交通運輸系統的工程與管理上，提供即時(real-time)的資訊而增進運輸系統的安全，效率及舒適性，同時也減少交通對環境的衝擊。共分為八大服務如下所示：(張堂賢及黃宏仁，2009)

1. 先進交通管理服務(ATMS)：主要設備為車輛偵測器(VD)及閉路電視攝影機(CCTV)，車輛偵測器主要用於偵測車流量、車種的速率還有車種的道路占有率，而閉路電視攝影機就是各位看到這兩個大螢幕，顯示的即時影像就是 CCTV 所接收到的畫面。

2. 先進資訊管理服務資訊服務(ATIS)：電子相框內有 CMS、VD 及 CCTV 的照片，資訊可變標誌是透過車輛偵測器收集到的資料經過中心電腦運算，會將交通資訊發送到路側的標誌，資訊管理服務可以看到一個即時的路況訊息，也可提供停車的資訊，它會顯示目前停車場的剩餘停車位數。

3. 先進大眾運輸服務(APTS)：最主要是運用於在公車上面，在大眾運輸系統區及公車候車亭區將為各位做一個詳細的介紹。

4. 電子收付費服務(EPS)：最主要是悠遊卡的應用，悠遊卡現在可以搭捷運、公車、火車、國道客運、貓空纜車、藍色公路、停車場付費，另外還可以租借圖書、自行車，還有特約商店的小額付費。

5. 緊急救援管理服務(EMS)：如果有緊急事件發生，緊急救援中心在通報消防車、救護車還有拖吊車時，電腦系統會提供它最短路徑，讓救護人員能在最短時間到現場做處理。再來是商車營運服務(CVOS)，主要應用在物流業者還有計程車，以計程車隊為例，客服中心可由後端管理系統通知最近的計程車司機以最短時間到現場載客。

6. 資訊管理服務(IMS)：市交控中心可以和其他縣市交控中心做資料交換，也可以讓資訊管理服務透過網路、還有手機、PDA 來查詢，最主要就是做一個資料整合的服務。

7. 先進車輛控制和安全服務(AVCSS)：最主要應用在車輛製造，例如可以在車子上裝防撞警示系統，如果和前方或後方的車輛太靠近會有警示聲提醒駕駛人注意車距。

8. 弱勢使用者保護服務(VIPS)：臺北市在重要路口設有盲人音響號誌，還有自行車專用道和行人專用道的設置，後續都有展示及說明。

二、停車場車位管理

一般停車場車位管理方式是在停車場的出入口裝設感測裝置，以計算車子進出量後，利用電腦計算剩餘的車位數並顯示於資訊看板上。但若遇到停車位被幾乎停滿時，使用者需繞行整個停車場找尋剩餘空位，耗費不少時間，可能進而影響遊玩的情緒。因此，若能為使用者提供一套即時車位資訊系統，讓使用者可快速找到車位，無需花費額外的時間尋找車位，以改善停車場的

管理及使用效率。

近年來已有相當多的專利與研究開發停車場停車位導引系統，其中車位判斷方式為整個系統的主要核心，目前採用技術可分為以下幾種：(1)以無線射頻辨識 (RFID) 為基礎的車位引導系統；(2)以視覺辨識為基礎的車位引導系統；(3) 以ZigBee為基礎的車位引導系統；(4) 以超音波為基礎的車位引導系統。

(一)、停車場停車位導引系統優缺點比較

停車場車位導引系統優缺點比較如下表1所示：

表1.各停車場車位導引系統比較

技術	以無線射頻辨識 (RFID)為基礎(李天翔，2010)	以視覺辨識為基礎(黃志泰，2010)	以 ZigBee 為基礎(甘勇等，2013)	以超音波為基礎(許素禎，2005)
應用	為利用無線射頻辨識技術來識別車輛，使用裝設在停車場的無線射頻讀取器讀取車輛上的無線射頻標籤。	採用影像攝影方式，透過停車場中架設之攝影機拍攝之影像，經由影像識別技術直接判定停車位是否停有車輛。	主要是利用 ZigBee 低功耗與多節點的特性，來建構停車場資料傳輸與訊息控制網路。	為在車位上方裝設超音波發射器傳送超音波，透過計算超音波遇到障礙物時折射返回的時間，算出發射器與障礙物間的距離。
缺點	其主要是針對車輛進出識別管制，無法及時提供停車場概況資訊。	受限於停車場環境，若停車場過於昏暗時，可能導致辨識出現誤差。	主要是針對停車位資訊傳輸與停車設備(出入柵欄、計費器)及停車導引看板控制。	無法判別障礙物是否為車輛，因而可能造成誤判。

三、Arduino韌體專案平台

為開放原始碼的單晶片微電腦，使用Atmel AVR單片機，採用開放原始碼的軟硬體平台，建構於簡易輸出/輸入(simple I/O)介面板。可簡單地與感測器或各種的電子元件連接，如光敏電阻、熱敏電阻、紅外線、超音波、伺

服馬達等做出互動產品。使用者會依自身需求，而將Arduino做局部修改，使得硬體外型稍微有點變化。目前常見的Arduino硬體有UNO、Nano、Mini、Mega2560、Mega2560等；並可獨立運作，成為與軟體溝通的介面，本身價格也較一般電路板便宜(姜誠威，2009)，有利於建置各種需要感測機制的資訊系統。

四、最短路徑

最短路徑是在已知環境座標以及障礙物分佈模型之完整路徑圖(Road Map)的條件下，可以尋到一條最短的路徑。而目前已發展出許多相當成熟的演算法，除了典型的Dijkstra演算法以及Bellman-Ford演算法之外，還包含Floyd-Warshall、Johnson's、A*等演算法。最短路徑常見的演算法共分以下幾種(ITeye技術網站，2019)：(1)Dijkstra演算法、(2)Bellman-Ford演算法、(3)A*(A-Star)演算法、(4)Floyd-Warshall演算法、Johnson's演算法等。

叁、研究方法

本研究為停車場車位資訊系統，共分為三個模組：(1) Arduino之停車場模組，負責停車場車位偵測；(2) Server-停車場車位概況平台，負責接收訊號並判斷車位的資訊概況，再利用Dijkstra演算法計算停車場入口至空車位之最短路徑，描繪出車位概況圖；(3) 停車場車位概況之APP..，負責顯示停車場車位概況圖1。



圖 1.系統架構圖

一、Arduino之停車場模組

為停車場車位偵測模組，共有兩個子模組：(1) Arduino感光模組—當車位有車輛駛入或離開時，感光模組狀態隨之改變，系統會立即發送訊息。因此可清楚得知車位之狀態；(2) Arduino之WIFI模組—當感光模組狀態改變，並發出訊息時，會立即透過WIFI模組，將訊息傳至伺服器。組成硬體包含了Arduino NANO、Arduino光敏電阻、Arduino ESP8266，說明如下：

1. Arduino NANO：為Arduino公司開發一系列產品之一，其功能與早期的Arduino硬體Duemilanove相似，差異在於體積較小，且NANO設計中去掉了直流電源介面，採用Mini-B標準的USB連接供電 如圖2，可自動選擇最高電壓的電源供電。NANO主要使用的微控器分別為ATmega168 (Arduino Nano 2.x)或ATmega328 (Arduino Nano 3.x) 可直接插在麵包板上使用。ATmega168具有16kb的容量來保存代碼，其中2KB用於引導程序，1KB SRAM和512 bytes的EEPROM(可利用EEPROM library來讀寫)。ATmega328則有32KB儲存容量，2KB的SRAM和1KB的EEPROM。(Arduino)若需功能完備，且不想將硬體直接裸露在外影響美觀，NANO是最為合適的。因此本系統選用NANO作為硬體圖2。



圖 2.Arduino NANO

2. Arduino之感光模組：光敏電阻是利用半導體的光電效應製成的一種電阻值隨入射光的強弱而改變的電阻器，當入射光強，電阻減小，入射光弱，電阻增大，可利用電阻值的變化，來判斷光線明暗。本研究利用光敏電阻做為車位是否已被使用的判斷。當車輛駛入車位時，光敏電阻的狀態會隨之改變，系統會立即發送訊息，此時當車位停入超過設定時間時，代表車輛已停放完成，這時系統所發送訊息會透過Arduino之WIFI模組傳入至伺服器。而伺服器根據訊息立即判斷車位是否有車輛停放。

3. Arduino之WIFI模組(柯博文老師錄克軟體 CTO，2019)：Arduino之WIFI模組是利用ESP8266進行無線網路通訊，資料上傳至伺服器。ESP8266 是一個完整且自成體系的WIFI網路解決方案，能夠搭載軟體應用，或通過另一個應用處理器卸載所有WIFI網路功能。本研究透過Arduino之WIFI模組與網頁伺服器溝通。當Arduino之感光模組送出訊息時，會立即透過Arduino之WIFI模組將訊息傳至網頁伺服器，而伺服器會根據訊息立即判斷車位是否有車輛停入或離開，再將之轉換為圖像，傳至行動裝置。

二、Server-停車場車位概況系統

為負責接收由Arduino之停車場模組傳送的訊號，傳至資料庫。停車場車位概況系統共分成下列三個人機頁面：

1. 圖片上傳人機頁面：使用者需上傳停車場平面圖。
2. 建立停車場概況圖人機頁面：業者需先於停車場平面圖標示與Arduino之停車場模組對應之車位位置。
3. 顯示停車場概況圖人機頁面：系統會判斷由 Arduino 之停車場模組傳送的訊息，再經由 Dijkstra 演算法計算停車場入口至空車位之最短路徑，將資訊統整後，透過 GDI+繪圖程式描繪並顯示出停車場資訊概況圖，同時將概況圖傳送到停車場車位概況之 APP，平台架構圖如圖 3。

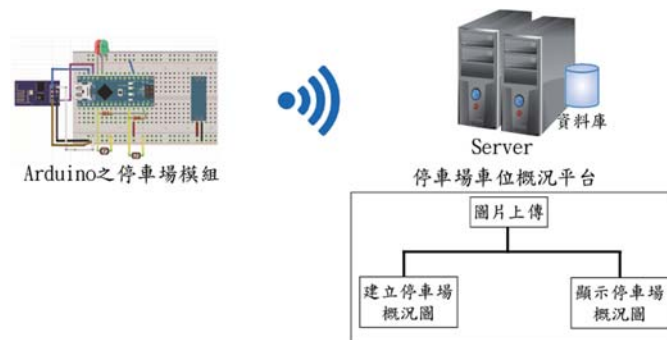


圖3. Server-停車場車位概況系統架構圖

(一)、系統資料庫設計及資料表說明

本研究利用 Microsoft SQL Server 建置停車場車位概況系統資料庫，使用之資料表說明如下：(1)紀錄上傳停車場平面圖路徑的資料表(CarImageUP)；(2)紀錄描繪完成之停車場概況圖路徑的資料表(CarImageDon)；(3) 紀錄車位

ID、車位長寬、XY 座標、車位顏色的車位資料表(Packa)；以及(4) 紀錄 Arduino 之停車場模組傳送至伺服器的車位 ID、訊號，時間的停車場模組概況資料表(ParkSpace)。

其中(1) CarImageUP 資料表紀錄業者上傳停車場平面圖之圖片路徑，並將平面圖上傳至伺服器，包含流水號(ID) 及停車場平面圖路徑欄位；(2) CarImageDon 資料表用於存放停車場車位概況圖路徑，當停車場車位概況描繪完成，計算描繪出最短路徑之車位的停車場概況圖輸出圖檔至伺服器，並將停車場概況圖路徑存放於資料表，包含流水號(ID) 及停車場概況圖路徑；(3) 車位資料表存放車位資訊，包含 ID，車位編號，平面圖車位大小，平面圖車位位置，平面圖車位概況顏色；(4) ParkSpace 用於儲存 Arduino 之停車場模組傳送停車位訊息資料，資料包含停車場車位 ID、停車場車位編號、傳送時間、傳送之訊息。

(二)、GDI+ 相關技術

研究中所使用之GDI+ 相關技術包含有：(1)GDI+繪圖函式庫、GDI+服務，以及GDI+類別介面。

1. GDI+繪圖函式庫

GDI+是Microsoft Windows XP作業系統的子系統，負責在螢幕和印表機上顯示資訊。GDI+是 GDI的後續產品，GDI是舊版 Windows 隨附的繪圖裝置介面 (Graphics Device Interface, GDI)。GDI+是應用程式發展介面 (Application Programming Interface, API)，它是由一組部署為Managed程式碼的類別所公開。這組類別稱為 GDI+的Managed 類別介面 (Microsoft，取自“GDI+ 的概觀，2019)。

繪圖裝置介面(如 GDI+)可讓應用程式設計人員不需注意特定顯示裝置的詳細資料，便可在螢幕或印表機顯示資訊。應用程式設計人員會呼叫GDI+類別所提供的方法，然後這些方法會適當地呼叫特定的裝置驅動程式。GDI+可將應用程式和繪圖硬體分隔，使開發人員得以建立與裝置無關的應用程式。

2. GDI+服務

GDI+提供的服務可區分成下列三種廣泛的類型：

- (1) 2D 向量圖形—向量圖形包括繪圖基本項目 (例如線條、曲線和圖形)，這些基本項目是由座標系統的點集合所指定。
- (2) 影像處理—有些圖片種類很難或無法使用向量圖形的技術來顯示。因此 GDI+ 提供 Bitmap 類別來顯示、管理和儲存點陣圖。

- (3) 印刷樣式—印刷樣式和文字的顯示方式 (各式各樣的字體、大小和樣式) 相關。GDI+ 提供相當多的支援來進行這項複雜的工作。GDI+ 的新功能之一便是子像素反鋸齒 (Antialiasing)，可在 LCD 螢幕上提供文字更平滑的外觀。

3. GDI+類別介面

GDI+ 的 Managed 類別介面含有約 60 個類別、50 個列舉型別 (Enumeration) 和 8 個結構。Graphics 類別是 GDI+ 功能的核心，是實際繪製線條、曲線、圖形、影像和文字的類別。(Microsoft，取自“GDI+ 的概觀”，2019)。

GDI+ 提供不同的結構 (例如 Rectangle、Point 和 Size) 來組織圖形資料。同時某些類別主要做為結構化資料型別。例如，BitmapData 類別是 Bitmap 類別的輔助器，而 PathData 類別則是 GraphicsPath 類別的輔助器。

GDI+ 定義了數種列舉型別，它們是相關常數的集合。例如，LineJoin 列舉型別含有 Bevel、Miter 和 Round 項目，可指定用來聯結 (Join) 兩條線的樣式。

本研究使用 GDI+ 函式庫描繪停車場車位概況，並依 Dijkstra 演算法算出之最短路徑描繪出從入口到空車位的最短路線。

(三)、Dijkstra 最短路徑演算法

Dijkstra 演算法是基於搜尋樹而發展出來的，搜尋樹共分為以下兩種搜尋方式：(管志偉，2014) (1) 廣度優先搜尋—是指每次造訪到任一節點時，必須先把所有平行、同一階層的樹全部走訪過一次，在依序往每個節點的子樹繼續走訪，直到走訪完畢；(2) 深度優先搜尋—是指每次造訪節點時，必須先把該節點下的所有子樹全部走訪過，在依序往同一階層節點的子樹繼續走訪，直到走訪完畢。Dijkstra 就是一種採用廣度優先搜尋演算法所實作的演算法。Dijkstra 演算法是以某一節點為出發點，計算從該節點出發到所有其他節點的最短路徑。主要特點是以起始點為中心向外層層擴展，直到擴展到終點為止。首先以某一節點當作出發點，在與其相連且尚未被選取的節點裡，計算出離出發點距離最短的節點，並且透過新增的節點更新 到達其他節點的距離。如此重覆加入新節點，直到所有的節點都被加入為止。計算距離與選點時候的點與點之間的距離必須是正向的數值，也就是說距離不可以為負數，否則則違反 Dijkstra 演算法的基本定義。

Dijkstra 演算法的虛擬碼敘述如下，虛擬碼中的 $u := \text{Extract_Min}(Q)$ 代表

在頂點集合 Q 中搜尋有最小的 $d[u]$ 值的頂點 u 。(管志偉，2014)

```

1 function Dijkstra(G, w, s)
2   for each vertex v in V[G]           //初始化
3     d[v] := infinity                   //將各點的已知最短距離先設成
無窮大
4     previous[v] := undefined           //各點的已知最短路徑上的權
值都為未知數
5     d[s] := 0                          //因為出發點到出發點間不需移動任
何距離，
                                         所以可以直接將 s 到 s 的最小距離設為 0
6   S := empty set
7   Q := set of all vertices
8   while Q is not an empty set          // Dijkstra 演算法主體
9     u := Extract_Min(Q)
10    S.APP.end(u)
11    for each edge outgoing from u as (u,v)
12      if d[v] > d[u] + w(u,v)           //拓展邊(u,v)。w(u,v)為從 u
到 v 的路徑長度
13        d[v] := d[u] + w(u,v)           //更新路徑長度到更小的和值
14        previous[v] := u                //紀錄前權值點

```

Dijkstra演算法通用性強，既可以解決各原點間的最短路徑問題，也可解決所有點對之間的最短路徑問題。因此本研究使用Dijkstra演算法規劃從停車場入口至車位的最短路徑，並將之轉換為概況圖，傳至停車場車位概況之APP顯示。民眾即可透過APP得知停車場車位概況，並可快速到達車位，節省尋找車位時間。

三、停車場車位概況之APP.

由停車場車位概況平台所傳送的停車場車位概況圖，可以讓民眾即使不用到達停車場，也可透過APP清楚得知目前的停車場的車位概況。

停車場車位概況之APP..是使用Android作業系統作為開發系統。Android提供完整開發工具和框架，讓開發者可以快速建立行動裝置執行的應用程式。同時Android SDK更提供模擬器來模擬行動裝置，在沒有實體行動裝置的情

況下，程式開發者依然可以進行Android應用程式的開發。(江集祥，2010)

Android 的開發環境由三個主要的部分構成，第一是Eclipse IDE，它可以迅速並容易的plug-in Android 開發環境，加速我們的開發速度。第二部分是Java 的JDK(Java Development Kit)，用來處理我們在Android 平台上的Java 程式。第三部分是Android Development Tool(ADT)，提供處理Android 相關的各種工具 (江集祥，2010)。

肆、實驗結果

本研究所建置之停車場資訊系統包含三個子系統：(1) 停車場感知子系統；(2) Server-停車場車位概況計算子系統；(3) APP..停車場車位概況顯示子系統。其中的Server-停車場車位概況計算子系統是以(1)ASP.net C#與HTML 撰寫網頁，並(2)搭配JavaScript及GDI+繪圖函式庫以完成訊息傳遞的即時性與概況圖的建立，(3)後端則使用ASP.net C#與Microsoft SQL Server資料庫進行連結。停車場感知子系統則使用open-source Arduino Software(IDE)。而APP.停車場車位概況顯示子系統是以Android ADT Plugin 4.2.2撰寫。

一、停車場感知子系統

此一子系統用來偵測停車場之車位是否已被使用，包含(1)Arduino之感光模組及(2)Arduino之WIFI模組。當車位有車輛駛入或離開時，感光模組狀態隨之改變，系統會立即發送訊息，可清楚得知車位之狀態。當感光模組狀態改變，並發出訊息時，會立即透過WIFI模組，將訊息傳至伺服器。圖4為WIFI模組運作狀態，模組須先連線設定的WIFI，若連線成功就可與伺服器通連。當車位有車輛駛入或離開時，感光模組的狀態若會立即透過WIFI模組送出blue的訊息至伺服器，資料包含有車位ID、傳送時間，以及車輛駛入或離開的訊息。

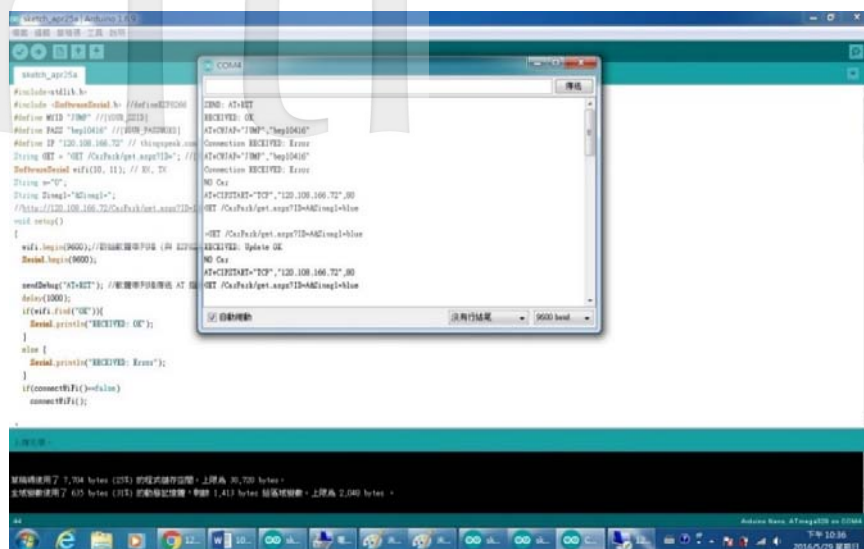


圖4. WIFI模組-車位沒被停傳送至伺服器狀態

二、Server-停車場車位概況計算子系統

此子系統負責將由停車場感知子系統所接收的訊息傳送至資料庫，並且建立停車場概況圖。停車場車位概況共分成三個頁面加以處理：

1. 上傳停車場平面圖—首先須將停車場的平面圖上傳至平台，以利建置停車場之概況圖。
2. 建置停車場概況圖—依據上傳之停車場平面圖輸入車位數量，設定紅色方框大小以符合平面圖車位大小。並以拖拉方塊之方式建立停車場平面圖上之車位，當將方塊拖拉至平面圖車位上，系統會跳出輸入車位編號之訊息視窗如圖4，方便使用者建立車位，以利完成與Arduino之停車場模組配對的停車場車位。
3. 停車場資訊概況圖—將Arduino之停車場模組傳遞至網頁伺服器之訊息，由系統判斷車位是否被停，並轉換為對應於平面圖上的車位，若車位顯示為紅色代表車位已被停，以此讓使用者及時得知目前的車位狀況。

另外系統更進一步計算並描繪出離入口至空車位最近的最短距離於停車場平面圖上，以利縮短使用者找尋車位的時間。

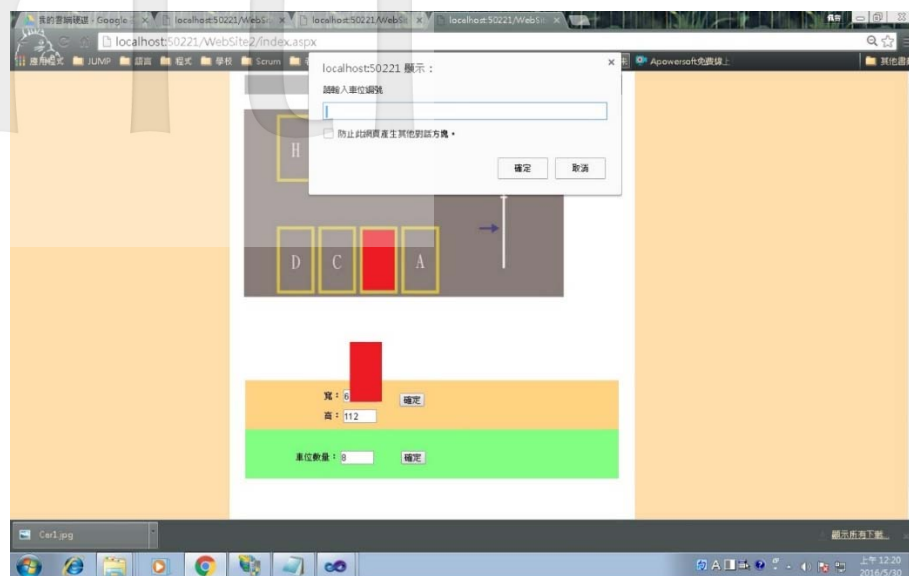


圖4.建置停車場車位ID

三、APP.停車場車位概況顯示子系統

此子系統負責顯示由停車場車位概況平台所傳送的停車場車位概況圖。如圖5停車場概況之APP.，APP.畫面清楚呈現停車場的平面圖，車位以顏色區分，若顯示紅色代表車位已有車輛停入，因此只需點開APP.即可迅速得知目前停車場車位現況，讓民眾即使不用到達現場，也可透過APP.清楚得知目前的停車場的車位概況。另外APP.更進一步顯示從入口到車位的最短路徑，可使民眾縮短找尋車位的時間，進而減少尋找車位而造成的廢氣排放量。

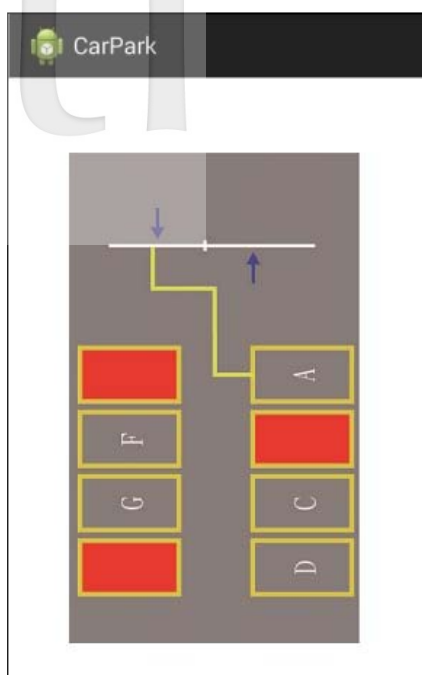


圖5 APP.停車場車位概況顯示子系統

伍、結論及未來展望

一、結論

由於物聯網的蓬勃發展，得以在現實生活中將感知技術與人工智慧相加結合，形成普及運算的環境；在實際智能交通的應用中，透過結合不同類型感測器(Sensor)所發展出之各種應用，提供資訊管理服務所需的相關資訊。

對此本研究以物聯網為基礎，資訊管理服務為主軸，架設用以Arduino之感光模組判斷各個停車位是否有車輛停放，並透過Arduino之WIFI模組即時傳遞車位訊息至Server-停車場車位概況系統。平台會立即判斷並統計剩餘的車位數量與位置，在利用Dijkstra演算法規劃從出入口至車位的最短路徑，即時產生停車場車位資訊概況圖，傳送至停車場車位概況之APP。

本研究用以達到以下目標：(1)即時接收Arduino模組傳送之停車場車位訊號；(2)即時傳送停車場概況圖至APP；(3)減少尋找車位所耗費的時間與廢氣排放量；(4)不須到達現場，就可掌握停車場車位概況；(5)提升經營停車場系統之業者的服務品質。

二、未來展望

本研究僅以光敏電阻元件做為停車場車位判斷，會受限於停車場環境之明亮度影響。因此，未來將繼續尋求方法或增加感測元件來實現，使系統功能更為完整，讓使用者更便利地使用本研究系統。

參考文獻

- Arduino – ArduinoBoardNano <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano> ITeye 技術網站 (2019 年 8 月)，取自“最短路徑算法-Dijkstra，Bellman-Ford，Floyd-Warshall，Johnson”，<http://dsqiu.iteye.com/blog/1689163>。
- Make 國際中文版，取自 104 年 12 月 01 日。“Arduino 控制板”
<http://www.makezine.com.tw/arduino255112104626495.html>。
- Microsoft，取自“GDI+ 的概觀”(2019 年 8 月)，
[https://msdn.microsoft.com/zh-tw/library/aa701043\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/zh-tw/library/aa701043(v=vs.71).aspx)。
- 甘勇、徐珂、賈春利、郭倩倩(2013)。“基于 ZigBee 的智能停车场系统的设计与实现”，*郑州轻工业学院学报：自然科学版*，28(2)，74-77。
- 江集祥(2010)。“使用 Android MID 與 Arduino 平台之行動式動作分析”，
台北市：大同大學碩士論文(未出版)。
- 吳匡時、張劍平、劉士庭(2014)。“車位識別系統”，*中華民國發明專利*第 103213883 號。
- 李天翔(2010)。“以影像辨識為基礎之停車場車位管理之研究”，
台北市：大同大學碩士論文(未出版)。
- 姜誠威(2009)。“行動條碼技術在跨樓層室內自動導引路徑規劃之應用”，
台北市：大同大學碩士論文(未出版)。
- 柯博文老師錄克軟體 CTO，取自“Arduino 硬體外觀”(2019 年 8 月)
<http://www.powenko.com/wordpress/?p=4394>
- 張美香、陳惠國、唐治平、張惠文(1999)。“桃園縣府前停車場型態及行政
園區洽公民眾停車管理評估期末報告”，*國立中央大學土木工程學系*。
- 張堂賢、黃宏仁(2009)。“未來的智慧型交通系統”，*科學發展* 第 434 期。
- 許素禎(2005)。“地下停車場停車資訊系統之開發-應用無線感測網路技術”，
桃園市：國立中央大學碩士論文(未出版)。
- 郭萱聖、邱柏訊、鍾承君、簡大為、朱國華(2013)。“智慧型運輸系統之影
像式停車資訊系統架構”，*前瞻科技與管理*，第三卷第一期。
- 彭憲貴、黃國豪、侯志雄(2009)。“停車空位指示裝置”，*中華民國發明專
利*第 098218814 號。
- 黃志泰(2010)。“基於無線射頻與電腦視覺技術的停車位導引系統”，*運輸
計劃季刊*，第三十九卷 第一期。
- 管志偉(2014)。“最短路徑分析之理論與應用”，*GIS MAGAZINE*，30，5-8。

- Hirakata, Y., Nakamura, A., Ohno, K., & Itami, M. (2012, November). Navigation system using ZigBee wireless sensor network for parking. In ITS Telecommunications (ITST), 12th International Conference on (pp. 605-609). IEEE.
- Idris, M. Y. I., Tamil, E. M., Noor, N. M., Razak, Z., & Fong, K. W. (2009). Parking guidance system utilizing wireless sensor network and ultrasonic sensor. *Information Technology Journal*, 8(2), 138-146.
- Jian, M. S., Yang, K. S., & Lee, C. L. (2008). Modular RFID parking management system based on existed gate system integration. *WSEAS Transactions on systems*, 7(6), 706-716.
- Jiang, K. & Seneviratne, L. D. (1999). A sensor guided autonomous parking system for nonholonomic mobile robots. In *Robotics and Automation, 1999. Proceedings. 1999 IEEE International Conference on* (Vol. 1, pp. 311-316). IEEE.
- Jung, H. G., Kim, D. S., Yoon, P. J., & Kim, J. (2006). Structure analysis based parking slot marking recognition for semi-automatic parking system. In *Structural, syntactic, and statistical pattern recognition* (pp. 384-393). Springer Berlin Heidelberg.
- Kulshrestha, P., Swaminathan, K., Chow, M. Y., & Lukic, S. (2009, September). Evaluation of ZigBee communication platform for controlling the charging of PHEVs at a municipal parking deck. In *Vehicle Power and Propulsion Conference, 2009. VPPC'09. IEEE* (pp. 1211-1214). IEEE.
- Levinson, D. (2003). The value of advanced traveler information systems for route choice. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 11(1), 75-87.
- Lin, S. F., Chen, Y. Y., & Liu, S. C. (2006, October). A vision-based parking lot management system. In *Systems, Man and Cybernetics, 2006. SMC'06. IEEE International Conference on* (Vol. 4, pp. 2897-2902). IEEE.
- Pala, Z., & Inanc, N. (2007, September). Smart parking APPlications using RFID technology. In *RFID Eurasia, 2007 1st Annual* (pp. 1-3). IEEE.
- Papadimitratos, P., La Fortelle, A., Evenssen, K., Brignolo, R., & Cosenza, S. (2009). Vehicular communication systems: Enabling technologies, APPlications, and future outlook on intelligent transportation. *Communications Magazine, IEEE*, 47(11), 84-95.
- Park, W. J., Kim, B. S., Seo, D. E., Kim, D. S., & Lee, K. H. (2008, June). Parking space detection using ultrasonic sensor in parking assistance system. In *Intelligent Vehicles Symposium, 2008 IEEE* (pp. 1039-1044). IEEE.

Yi, P., Iwayemi, A., & Zhou, C. (2010). Developing ZigBee deployment guideline under WiFi interference for smart grid applications. *IEEE transactions on smart grid*, 2(1), 110-120.