

智慧物流服務模式與應用技術-城市物流服務簡介

柯志坤¹ 陳大仁^{2*} 林俊杰³ 黃立德⁴

¹ 國立臺中科技大學資訊管理系副教授

² 國立臺中科技大學資訊管理系教授

³ 國立臺中科技大學資訊管理系助理教授

⁴ 工業技術研究院服務系統科技中心專案經理

*通訊作者

摘要

因應生活各方面的需求，人們透過不同管道與模式獲取物品以得到滿足。而物流服務在促進人們生活發展過程中一直扮演重要的角色，透過有效物品集散與遞送，最終將人們期望的物品送至手中。隨著時代進步與社會轉型，人群往城市聚集靠攏，物流服務因應這樣的環境變遷遭遇衝擊，特別是遞送具有冷藏保質的冷鏈物流將面臨新的挑戰。在臺灣，城市冷鏈物流發展的限制條件涉及到地點、時間、對象與溫度等構面，冷鏈物流服務必須在運送的全程中不斷鏈將物品在指定的時間與位置上，送給收件者，期望做到客戶滿意度最大化。商業模式的推陳出新與資通訊技術的發展將對城市物流服務帶來巨大的影響，本研究論文將介紹新的物流技術發展與創新智慧服務架構，涵蓋蓄冷保鮮、前端物聯網感測、行動應用程式 App 與後端巨量資料分析平台促成冷鏈物流的自/智動化，探討對人們生活發展助益。本研究之研究目的為闡述物流產業新脈動，說明新資通訊技術，引導讀者瞭解智慧物流服務模式與應用技術於城市冷鏈物流服務。

關鍵詞：城市物流、自/智動化、資料擷取器、藍芽無線溫濕度感測器、NFC 無線溫度感測器

Intelligent Logistics Service Mode and Application Technology- Introduction to Urban Logistics Service

Chih-Kun Ke¹ Da-Ren Chen^{2*} Jun-Jie Lin³ Li-Te Huang⁴

¹Associate Professor, Department of Information Management, National Taichung University of Science and Technology

²Professor, Department of Information Management, National Taichung University of Science and Technology

³Assistant Professor, Department of Information Management, National Taichung University of Science and Technology

⁴Project Manager, Service Systems Technology Center, Industrial Technology Research Institute

*Corresponding Author

Abstract

Due to the human demands in everyday-life, people are required to obtain daily supplies from a variety of sources. An urban logistics service is a new trend of logistics service development. How to apply modern Information and communication technologies (ICT) to improve energy efficiency and satisfy the quality of transportation service becoming the most interesting topics in the cold chain logistics industry. This paper introduces the background of urban and cold-chain logistics services and study the promising sensor and transmission platforms to enhance the urban logistics service. It illustrates the intelligent logistics service mode and internet of things (IoT) application technology. The study shows two innovated products: BLE wireless temperature and humidity sensor and NFC Wireless temperature sensor which designed by Service Systems Technology Center of Industrial Technology Research Institute, R.O.C. Experiments demonstrate a smart IoT platform which combines intelligent logistics service with IoT application to support an urban logistics service. Experiment results proof the proposed smart IoT platform is effective. The study also discusses its evaluations and limitations. The contribution of this study is to induct an user to understand the development of intelligent urban logistics service and new IOT technology.

Keywords: Urban logistics, automation intelligence, data extractor, BLE wireless temperature and humidity sensor, NFC Wireless temperature sensor

壹、緒論

因應生活各方面的需求，不論是食衣住行育樂，從早期的近鄰以物易物、親自到店購買，發展至電話訂購、電子商務網路購物、到現在的行動商務模式，人們透過不同管道與模式獲取物品以得到滿足。物品取得過程中要如何透過集散與遞送機制有效送達給需求者，物流服務在這些模式中一直扮演重要的角色。物流服務所涉及到的領域相當廣泛，產業別涵蓋農林魚畜牧業、加工製造業與集散流通產業與運輸業等；運作機制則包含倉儲、流通加工、包裝、裝卸、運輸配送與運輸等程序，可透過陸海空各種遞送管道來進行運輸配送處理。此外，因應全球化的時代，物流運輸服務趨向轉型專業化，上游製造商與下游零售商之間開始建置關鍵物流中心形成供應鏈管理。在這樣的物流產業供應鏈生態系統所產生的資訊量是相當的驚人，往往都需要後端的資訊系統平台來精準控管各個環節的接合，方能達到有效率的運作。

由於資通訊技術的發展迅速，無論是資料的運算處理、資訊的傳遞快速促成許多新興的商業模式，例如電子商務與行動商務。電子商務提供物流產業供應鏈生態系統每一種角色可以透過資訊系統便利而友善的使用介面，進行訂單新增、修改、刪除與查詢操作，更可以透過網際網路的優勢，不受時空限制進行產品狀態的驗證與追蹤，加速與強化傳統物流服務對於資訊流的能力。訂購者可以透過網路服務（Web Service）獲取物品傳遞中的狀態，例如集散處與轉運站的追蹤。而手持行動裝置，包含手機、平板電腦與個人隨身助理裝置為使用者帶來更大的便利性，透過隨身輕巧的手持行動裝置，帶給使用者更大的行動力，讓商務模式轉向行動化，在行動商務比電子商務更優於應用到物流產業供應鏈生態系統之中。而在手持行動裝置所帶來強大的商務模式的衝擊，資通訊技術更進一步朝物聯網（Internet of Things, IoT）發展，創造出各式各樣的感測裝置來協助物流產業供應鏈生態系統的資訊收集，收集的資訊越豐富而透過資訊系統的強大運算能力，進行分析提供輔助資訊，例如監控物流服務，讓執行程序更嚴謹、安全與精準。而人工智慧技術目前如火如荼的發展，可以透過巨量資料建模分析，進行預測與推薦，將智慧化整個物流產業供應鏈生態系統，資通訊技術的應用將功不可沒。

隨著時代進步與社會轉型，人群往城市聚集靠攏，物流服務因應這樣的環境變遷遭遇衝擊，特別是遞送具有冷藏保質的冷鏈物流將面臨新的挑戰。在臺灣，城市冷鏈物流發展的限制條件涉及到地點、時間、對象與溫度等構面，冷鏈物流服務必須在運送的全程中不斷鏈將物品在指定的時間與位置上送給客戶，對於物流服務的專業化與精緻化程度要求越來越高，期望做到客戶滿意度最大化。此外，通訊與感測技術的進步，包括裝置電消耗大幅降低、感測器整合、系統小型化、多重傳輸介面的整合等設計上的進步，使得目前的冷鏈營運模式在運輸效率與感測時效或精確度方面，有改進的空間。因此，商業模式、通訊技術、感測技術的推陳出新與資通訊技術的發展將對城市物流服務帶來巨大的影響，本研究論文將介紹新的物流技術發展與創新智慧服務架構，涵蓋蓄冷保鮮、前端物聯網感測、行動應用 App 與後端巨量資料分析平台促成冷鏈物流的自/智動化，探討對人們生活發展助益。

首先規劃出系統運作的流程，確立系統架構的模型。透過大量實驗，建立各種感測

器週期與功耗之間的函數關係，再藉由記錄感測器內各種感測器的偵測週期，取得足夠的感測資料進行統計。再規劃出雲端感測器偵測週期之決策輔助功能，及感測器剩餘能量估測功能。研究方法如圖 1 所示。

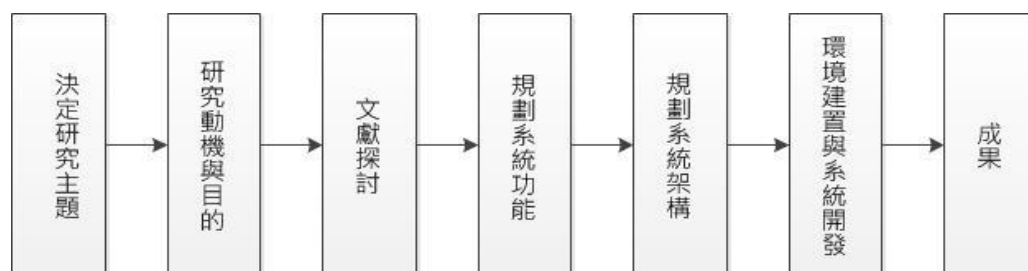


圖 1 研究方法流程圖

本論文內容的結構如下所述，第壹章已經說明物流在人們生活發展中扮演相當重要的角色，而新興的資通訊技術、商務模式、物聯網與智慧化將對物流產業生態系統產生巨大衝擊，針對城市冷鏈物流本研究論文將介紹新的物流技術發展與創新智慧服務架構，促成冷鏈物流的自/動化，說明對人們生活發展助益；第貳章，智慧物流服務模式與應用將被探討，包含目前產業界與學術界發展的狀況；第三章說明城市物流服務之智慧物流應用技術與服務架構；第四章與第五章展示實驗與探討實驗結果的評估與限制。最後章節將對於本研究進行總結並提列期望未來發展方向。

貳、智慧物流服務模式與應用

臺灣城市冷鏈物流發展的限制條件涉及到地點、時間、對象與溫度等構面，冷鏈物流服務必須在運送的全程中不斷鏈將物品在指定的時間與位置上送給客戶，期望做到客戶滿意度最大化，無形之中為了配送效率也增加了碳排放量。為了迎合城市冷鏈物流服務的專業化與精緻化程度，產研單位工業技術研究院服務系統科技中心為突破嚴峻溫度的限制，建置貨車末端多溫共配模式，透過多重溫控設計達成與滿足物品共同配送的需求。而為解決大型車輛在運送過程中，容易遇到交通壅塞影響效率的限制，建置機車冷鏈快遞模式，透過機車體積小而靈活的特性，提高運送的效率。此外，在特定集散地點建置無人化智取站，透過資訊系統授權驗證機制進行物流貨物存放與取用，克服時空限制。而產研單位工業技術研究院服務系統科技中心透過新興的資訊技術建置物聯網感測與後台分析的資訊系統，記錄物品遞送的溫度歷程，用以追蹤釐清斷鏈原因，提供預警與防護措施。

一、城市物流發展趨勢

貨車末端多溫共配模式，是透過多重溫控設計達成與滿足物品共同配送的需求。一般而言，零售通路門市處理網購低溫商品出貨時，直接置入自有簡易保冷箱內，再搭配市售保冷片以委外常溫車進行多溫共配作業。在這樣的作業中，可能產生的異常狀況為市售保冷冰箱及保冷片之保溫效果欠佳，亦使其中之低溫商品失溫，而發生質變。為了解決這樣的問題，產研單位工業技術研究院服務系統科技中心基於專業考量設計效果更

佳的保冷片與保冷箱，當零售通路門市處理網購低溫商品出貨時，置入工業技術研究院保冷箱中，再改搭配工業技術研究院提供之保冷片，以委外常溫車進行多溫共配作業。如此將可以改善上述低溫商品失溫，而發生質變狀況，讓網購低溫商品可維持穩定保存溫度，減少質變的機會。

人們在工業社會中發揮生產力模式是依循著企業規定的工時來工作，但當物流服務將所訂購物品送達目的地時，訂購者可能因為在工作或不在現場無法即時簽收物品，甚至也找不到他人協助代收。無人簽收物品狀況造成物流服務相當大的困擾，衍生了相當多的爭議，例如，因為無人收取物品導致物品變質、超過期限退貨、再次回倉庫存的衍生成本與最後處理的費用歸屬等。這樣的問題刺激與催生了無人化寄取貨物多元服務平台的誕生，產研單位工業技術研究院服務系統科技中心與業界合作建置這樣的平台稱為『智取站』，目前廣設的營運場域，包含便利商店、社區住宅大樓、大專校院、機場捷運高鐵、百貨商場等，選擇在交通便利、人群眾多，清楚動線的位置上擺設，合作廠商包含新竹物流、黑貓宅急便、宅配通、嘉里大榮物流、中華郵政等公司。期望透過『智取站』的設點位置便利，資訊系統的智慧化輔助，在人們工作忙碌之間或通勤上下班順道去取件，促進取件的便利性。

在臺灣由於地窄人稠，城市交通在尖峰時間有壅塞的狀況，如果採用大型貨車進行物流服務，要準時將物品送達的風險是存在的。而由於大型貨運運送物品的數量比較多，一旦受到交通壅塞的延遲，將是一發不可收拾，連帶影響全部物品的遞送。這樣狀況的激發了如何提升機動性的問題，而臺灣城市有一個特色，在於小巷小弄數量繁多，誕生的廣大的機動車輛族群，產研單位工業技術研究院服務系統科技中心與業界建置冷鏈機車快遞服務來解決大型貨車運送時遇到交通壅塞動彈不得的窘境。所以推動冷鏈機車快遞服務，可以協助國內物流業建置便捷、可信賴之遞送服務。透過機動車輛的彈性與靈活，分散大型貨車將貨物集中運送的問題，用以整合臺灣各區域大型低溫倉儲、個人倉儲、低溫宅配車隊與蓄冷設備等資源，降低城市最後一哩的物流服務成本。

在冷鏈物流服務中，佔有極重要的關鍵地位，就是透過環境感知監控平台進行溫度監控，不論前述城市物流重要性、智取站提供物流服務的便利性與冷鏈機車快遞服務具有的機動性，各項載具都需要建置環境感知監控平台進行溫度監控，等同於管控冷鏈物流服務的靈魂與心臟。沒有環境感知監控平台，物流業者如同瞎子一般，無法掌控物品在遞送過程中的溫度變化，可能送到目的地後才發現遞送物品已經變質損壞，不僅徒勞無功，還要連帶負起賠償之責。例如以生鮮農產品物流服務為例，一般模式是契約農戶與供應商產品透過冷藏(凍)貨車運輸至冷鏈物流中心，而冷鏈物流中心透過冷藏(凍)貨車運輸至零售通路門市與閒置冰箱個人倉儲空間，透過機車採取保冷背袋內置物聯網溫度感測元件，例如藍芽為傳輸介面的嵌入式裝置設備，透過手機 App 快速讀取溫度資料，持續回傳資料回到環境感知監控平台進行溫度監控，直到將物品運送到消費者手中，過程資訊系統將會把所有數據記錄下來，以供即時監控、警示、驗證與未來物品若有變質情況，責任釐清佐證之依據。另一個重要的發展要項為建置保鮮溯源物流服務，主要整合平台既有物流履歷與農委會之農產品產銷履歷資料，深化可追溯之保鮮溯源物流服務。輔導國內食材供應商與物流業者，建立商品來源與物流歷程，打造企業品牌價值。

新的物流技術發展與創新智慧服務架構，涵蓋蓄冷保鮮、前端物聯網感測、行動應用程式 App 與後端巨量資料分析平台促成冷鏈物流的自/智動化，物流服務基磐在平台服務端打造物流歷程即時監控解決方案之整合建置，硬體則使用蓄冷、資通訊與環境感知網路技術。此基磐用來支援物流末端配送之範疇，推動服務模式包含，(多溫)共配服務模式、機車冷鏈快遞服務模式、社區物管代收發暫存服務模式與超商暫存服務模式。(多溫)共配服務模式以貨車末端通路多溫共配服務模式突破傳統貨車共配品質低落之瓶頸。採用機車冷鏈快遞服務模式來突破貨車配送時效性不佳之瓶頸。社區物管代收發暫存服務模式是運用社區物管來支援物流暫存/代收發與無人化自動存取服務。超商暫存服務模式落實到店取貨以支援電子商務發展，解決宅配成本過高。可透過百貨商場便捷物流以支援商場貨物流通，在百貨內廣設末端物流服務據點，同時也可以解決周邊道路擁塞問題。新的物流技術發展、創新智慧服務架構與物流服務基磐將對人們生活發展有所助益。

二、智慧物流服務模式發展與應用

建置物流配送系統目前是物流業者普遍管理的模式，近年來為了降低物品在配送過程中產生問題與釐清，漸漸開始重視配送過程中監控機制的建立。(林宜樺、黃台生、王傳芳，2003)提出建構一個物流配送監控系統，應包含監控的作業流程、績效衡量模式與作業程序歸屬部門三個部分。並闡述配送作業時可能產生的異常狀況與對應的處理模式，特別強調此時收集到資訊重要性。透過這樣的一個物流配送監控系統，期望達到配送程序的異常控制，提供預防與補救措施，減低毀損商譽的風險。而在資通訊技術長足發展中，(陳永興、黃山瑋，2004)運用 RFID 監控技術協助物流中心的建構，數據顯示兩千萬件貨物在此監控系統協助下，物品遺失只有 64 件，此研究結果佐證運用資通訊技術之物聯網裝置來協助貨物的監控是可行，用以減少貨物被竊取或遺失的問題。在冷鏈物流方面，(顏肇佑、潘正祥、謝欽旭，2013)結合 ZigBee 與 3G 網路技術應用在可靠度監控系統上，當冷鏈發生異常狀態時，警示通知訊息即時通知維修人員進行處理，縮短斷鏈時間。(陳永輝、林泰誠，2008)因應行動商務發展建構即時物流追蹤監控機制，在實務應用上為廠商透過協同合作、整合性物流服務與物流業者核心資源三大功能為準則來由物流監控系統、物流資訊系統、物流追蹤系統與行動物流系統中評選最適合的應用方案。

物流產業導人物聯網為現今流行趨勢，物聯網是透過裝設於物體感測端上的微型感應晶片來收集訊號，透過網際網路的連結，將資料交換、分享與分析，促成智慧化模式，集結成多元化的應用，許多物流服務可應用的構面便可以顯現出來。(郭育源、唐震寰，2013)在冷鏈物流中，透過感測裝置取得恆溫箱之溫濕度資訊，透過網際網路傳送至監控平台，實驗過程中發現恆溫箱會受到金屬材質的干擾，傳遞訊號有被散射或吸收的現象發生，此研究發現可透過功率延遲模式來改善訊號傳遞效果，解決冷鏈物流恆溫箱連網的問題。(賀子誠、張錫嘉，2013)透過讀出電路的設計來實現冷鏈物流環境感測器，實驗結果驗證其所提出的電路設計具有低功耗與高解析度的優點。過去物流處理方式，讓使用者將個人資訊書寫於託運單上，不僅洩漏個人資料，也可能因為書寫不清難以辨

識，而在個人資料保護的意識當頭下，(許家榮、張志勇，2014) 採用 NFC 通訊技術，管控在物流流程中保護個人資料與驗證身分，除了處理速度加快，避免資料外洩的問題。進出貨盤點在物流管理系統中，是一個重要的處理步驟，(王嘉鎡、宋志揚，2014) 導入 RFID 到物流作業流程中，包含物流中心的進貨、出貨、盤點作業，透過正確迅速的資料收集，降低物流處理的作業時間，建構自動化管理的流程作業系統。偵測環境溫濕度參數是掌控冷鏈物流品質的重要關鍵，(許文德、袁建中，2012) 探討無線感測網路導入冷鏈物流服務的狀況，自動偵測、回報、通知後台資訊管理系統，讓業者可以即時回應也保留物品變質時間點協助責任釐清。(周宣光、黃麗嘉，2012) 6) 以農產品履歷為探討應用實例，分析生產、運銷與零售各階段的問題，探討物聯網之應用策略。

人們的生活漸漸邁向智慧化，其中一個重要的輔具為智慧型手機。在物流產業中，應用智慧型手機來協助業務的推動，更是一大利器。(謝銘仁、陳正忠，2005) 透過整合科技接受模式、自我效能與創新擴散理論探討智慧型手機對於物流士的影響，檢測物流士對於智慧型手機協助推動物流服務的接受度，結果顯示智慧型手機的功效優於衛星定位系統、簡訊與條碼掃描器。而智慧型手機輔助物流士需要行動端的物流系統，(郭晟輝、廖鴻圖，2012) 設計一個行動物流系統協助宅配系統，實作於 Android 系統平台，協助貨態處理，並提供路經規劃與監控貨物流向，相關的資訊回傳物流業者後端的平台。(林韋樺、羅士哲，2015) 應用仿生人工智慧演算法-人工蜂群最佳化於智慧物流管理中，解決載重限制、回程取或與接駁式轉運車輛運途問題。(鄭凱駿、許芳銘，2011) 透過概念商業模式建構傳統物流模式與智能物流模式之間的優劣比較，驗證新的智能技術所創造的物流模式大致優於傳統物流模式，作為物流公司在未來發展營運上可以參考的依據。(林建智、廖森貴，2015) 則是運用波特五力分析導入智慧冷鏈物流設備產業的競爭力，並以 SWOT 分析該產業之經營策略，研究結果發現，應透過智慧化機制產生物流創新化、差異化服務，亦應該整合雲端服務平台與供應鏈，方可滿足更多客戶的需求。(林怡伶、許文楷，2016) 透過實證研究與分析進行智慧物流的作業績效評估。(林宏吉、熊建華，2014) 則是進行智慧化行動裝置協助商業自動化的研究，主要應用物流資訊管理系統為個案進行分析，透過探討物聯網的各項前端硬體，收集資訊後應用於物流管理資訊系統中，解決傳統舊有資訊系統的問題，降低管理成本與減少錯誤判斷，提升資訊處理速度與整合反應。(翁筱蕙，2015) 以醫療物流中心為研究對象，利用問卷調查分析醫療物流中心的服務品質與使用滿意度。根據研究結果，歸納出醫療中心的服務品質要素。研究結果顯示，對於“配送過程中發生錯誤，能即時處理”的項目最重要的要素之一。(鍾誠祐，2014) 認為目前的醫療物流不單要注重成本效益，更要注重服務品質的提升，這個研究的結論分析出“醫藥材能準時送達各部門”與“配送部門須有足夠專業知識回應申請部門的問題”，為關鍵品質改進要素。目前大部分的研究大都專注在服務品質的需求與滿意度分析，對於物流平台的相關硬體平台的介紹與實驗相對較少。因此本研究對於工業技術研究院服務系統科技中心開發的兩種感測器平台，『BLE 無線溫濕度感測器』以及『NFC 無線溫度感測器』進行深入的介紹，提出未來設計的架構，並先期以德州儀器的 SensorTag® 進行嘗試。

參、技術與服務架構

一、產品簡介

本章節將介紹工業技術研究院服務系統科技中心開發的兩種感測器平台，分別為『BLE 無線溫濕度感測器』以及『NFC 無線溫度感測器』。

(一) BLE 無線溫濕度感測器

BLE 無線溫濕度感測器(圖 2)的傳輸協定使用低功耗藍芽(BLE)，感測距離在直徑 10 公尺以內，測量的項目有溫度與濕度，溫度方面工作環境介於-20℃至 60℃，可測量範圍為 0℃至 60℃，濕度方面可測量範圍為 0%至 100%，本產品記錄容量可達 4000 筆，記錄時間間隔可設定 15 秒至 100 分鐘，且有預約啟動與停止功能，讀取設備需 Android 5.0 以上並具藍牙 4.0 通訊協定功能之行動裝置，電池使用可充電式鋰電池，另外可外接擴充低溫感測探針(圖 3)，低溫探針尺寸分為 6cm、100cm，測量範圍為-30℃至 90℃。



圖 2 BLE 無線感測器外觀



圖 3 低溫感測探針外觀

(二) NFC 無線溫度感測器

NFC 無線溫度感測器分為卡片式包裝版(圖 4)及硬殼包裝版(圖 5)的傳輸協定使用近場通訊通訊協定(NFC)，感測距離在貼近 5 公分內，測量的項目為溫度，溫度方面工作環境介於-20℃至 60℃，可測量範圍為-20℃至 60℃，本產品記錄容量可達 4000 筆，記錄時間間隔可設定 10 秒至 18 小時，且有預約啟動與停止功能，讀取設備需 Android 且具有近場通訊通訊協定功能手機，電池使用 CR2032 (拋棄式電池)，另外可外接擴充低溫感測探針(圖 3)，低溫探針尺寸分為 6cm、100cm，測量範圍為-30℃至 90℃。



圖 4 NFC 無線溫度感測器（卡片式包裝版）



圖 5 NFC 無線溫度感測器（硬殼包裝版）

（三）低功耗藍牙（Bluetooth Low Energy）

低功耗藍牙（BLE）是 Bluetooth 4.0 的一部份，相較於傳統的藍芽（BT），是以低功耗、低延遲進行搜尋、連接及傳輸，傳輸距離也較遠，BLE 的傳輸距離約 30 公尺，而 BT 的傳輸距離最多為 100 公尺，但 BLE 的缺點是低傳輸速率，BLE 的傳輸速率低於 1Mb/s，BT 的傳輸速率可達 3Mb/s。低功耗藍牙架構如圖 6 所示。

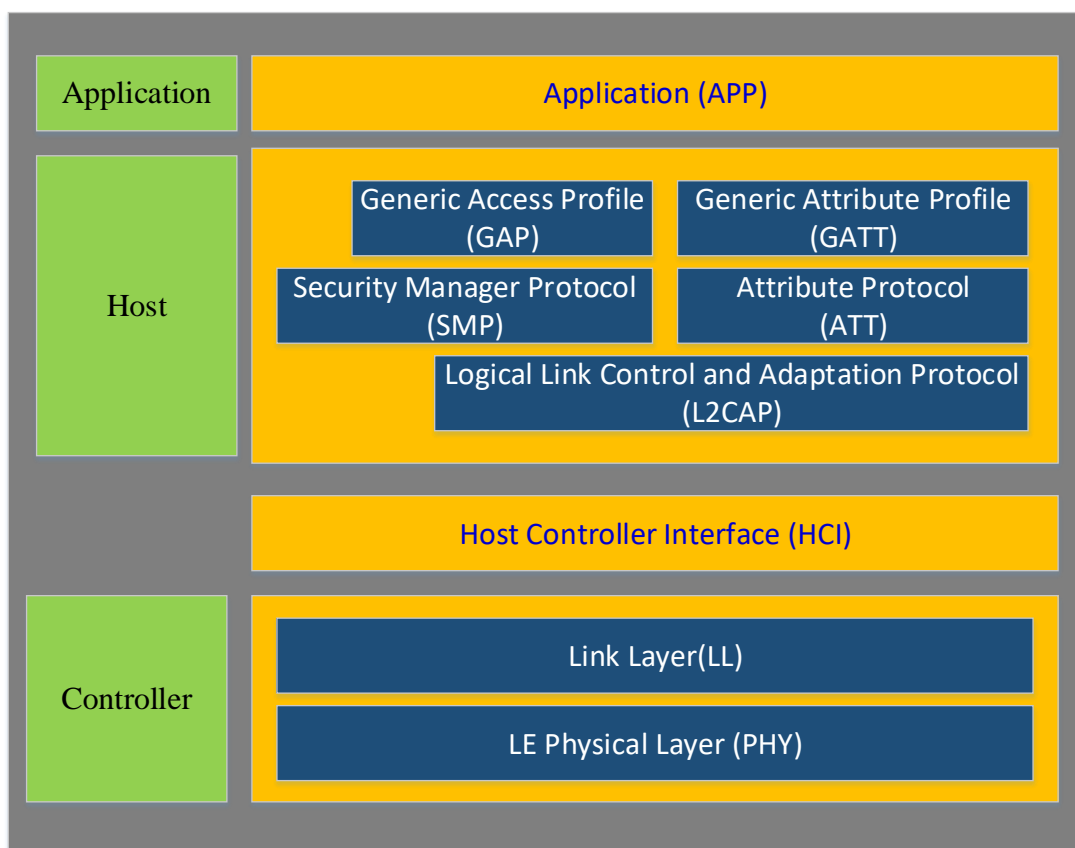


圖 6 BLE 架構

(四) 近場通訊 (NFC)

近場通信(Near Field Communication, NFC)，是由射頻識別 (RFID) 演變而來，並且與 RFID 相容。NFC 提供主動與被動式的傳輸模式。在被動模式下，NFC 的主控設備，在傳輸過程中提供無線電頻率場 (RF-field) 感應。它提供 106kbps、212kbps 或 424kbps 三種傳輸速度。在主動模式下，NFC 終端裝置為讀卡器，可主動發其無線電頻率場去識別與讀/寫其他的 NFC 設備。

三、服務架構

如圖 7 所示，工業技術研究院所開發之環境感知監控平台透過低功耗藍芽和 NFC 技術連線感測器，並透過智慧型手機和 Android APP 讀取感測器資料，感測器則可以測量範圍-20°C 至 60°C 的環境溫度和環境濕度，裝備充電式鋰電池，沒電時有提供一個 USB 外接孔充電，另外提供 4 個探針接口以延長感測器的探測距離，以便於在惡劣的環境下使用。

此系統透過 jQuery 建立網站前端，透過 java 建立網站後端，而使用者透過 Android 手機讀取各個感測器的環境溫度和環境濕度後上傳至網站，就可以透過網站看到目前感測器的資料，使用者也可以透過網站下載觀看和分析感測器歷史紀錄，幫助使用者更了解感測器資料變化。

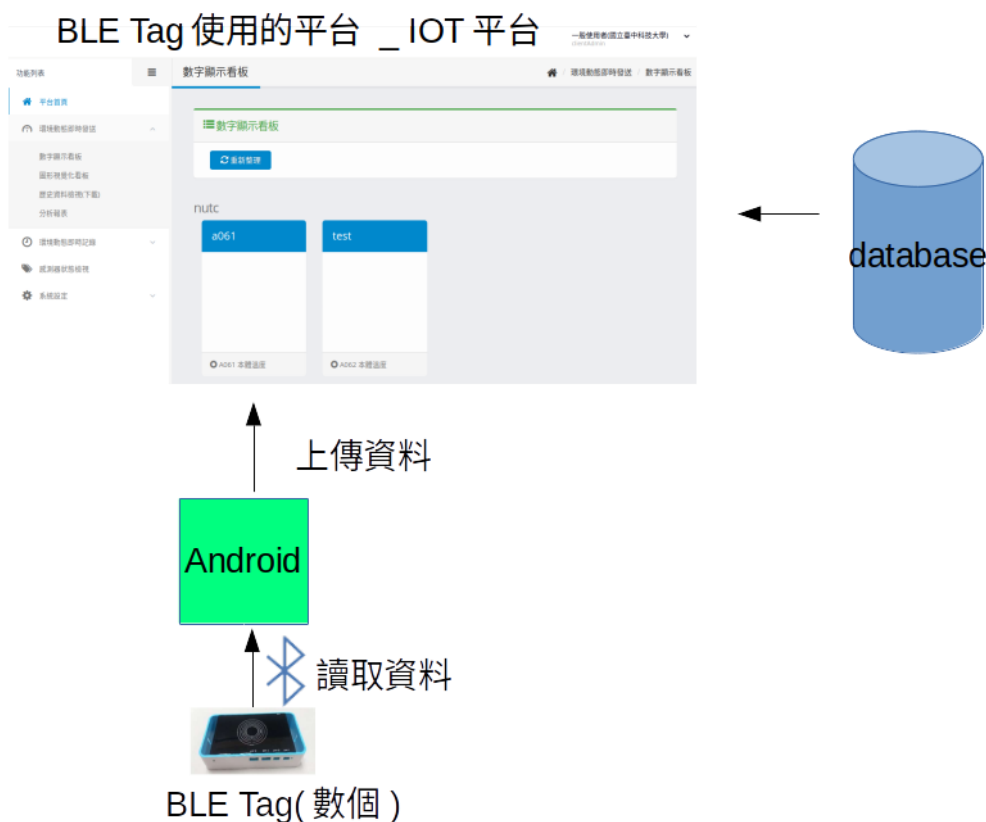


圖 7 系統架構圖

肆、實驗與展示

本實驗先期導入 SensorTag 作為實驗平台，目的為提高感測器自身電能使用效率，並評估架構的可行性，後期將使用工研院『BLE 無線溫濕度感測器』以及『NFC 無線溫度感測器』為實驗平台，充份利用環境感知監控平台所提供的功能。

感測器作為數據搜集用途，在需求面上多數感測器以小體積、無線傳輸為設計主旨，以方便佈署。為了使感測器持續接收及傳送數據，其能源將要求有相當的續航力及為感測器本身運作功耗的輸出功率，而目前的科技尚不足以提供符合經濟需求、可量化的電池作為感測器之能量來源，而由於感測器之所在工作環境也可能是不容易去做電池更換的場地，因此感測器的能源消耗成為了現今大家關注的重點。

一、設計需求

在圖 8 中，本實驗建立的系統分為四個層面作為設計需求，包含感測器的能量消耗分析、感測器數據分析、使用者行為分析、感測器參數決策分析。



圖 8 3D 系統架構

目標系統共分為兩塊，第一塊是雲端系統，該塊負責數據的儲存及分析、將感測器所接收之數據為資料來源，將圖形化的數據圖表透過 Web 介面呈現給使用者，提供使用者了解數據之意涵，並由使用者操作提供回饋作為感測器參數之決策分析的資料來源，推斷使用者所需之資料，並參考感測器目前系統參數，計算出符合使用者所需資料的最小能源消耗與感測器參數，並將系統參數訊息以遠端遙控模組提示至使用者手機或是直接由 Web 介面進行感測器的參數設定，第二塊是行動裝置應用，使用者可透過 App 來取得當前感測器之回傳數據，並藉由 App 之圖形化圖表來幫助使用者了解數據，並且能將數據藉由 App 傳送至雲端系統，節省感測器之能源消耗，App 能取得由雲端系統推播回來之系統參數訊息，並且根據訊息內容提示使用者是否更改感測器系統參數，並呈現更改後之數據變化及能源消耗情況，而這兩塊都能夠遠端操控感測器，並能推算感測器剩餘能源的運作時間，幫助後端使用者瞭解感測器能源耗盡之問題，提早解決電池電量不足的問題。系統細部功能介紹如下：

- (一) 行動裝置連結感測器功能 (Sensor Connect)：當開啟 APP 之後，系統要求使用者開啟藍芽權限，藍芽開啟後手機會偵測附近的藍芽裝置，使用者可以看到偵測到藍芽裝置清單，並選擇連結附近的 SensorTag 裝置。完成連結後，進行感測器數據偵測以及數據上傳。
- (二) 自動上傳數據功能 (Auto Data Uploading Delegate)：當行動裝置連結到物聯網感測器後，就可以進行感測器運作。感測器所得到的數據會自動上傳至雲端伺服器並儲存至資料庫。當資料庫中累積的數據達到一定程度後，伺服器就會進行資料分析，並傳回重要結果。
- (三) 雲端巨量資料分析 (Big Data Analysis)：分析各個感測器的偵測週期及所得到的資料，在不影響資料精確的情況下，找出最適合各個感測器的偵測週期，最後將結果回傳至管理用網頁呈現和回傳至 Android/IOS 裝置進行適應性調整。
- (四) 感測器智能調整功能 (Auto Regulate)：當行動裝置接收到由伺服器所發送的運算結果後，就會讀取適合各個感測器的偵測週期，並透過自動調整藍芽感測器的偵測週期，達到全自動化的調整，省去人工調整的誤差及人力成本。
- (五) 線上呈現感測器使用狀況功能 (Status Display)：當伺服器進行巨量資料分析後，可以將各感測器的偵測資料顯示於網頁，同時以圖表方式呈現，讓使用者可以透過 Web 介面，清楚看到各感測器在偵測過程中的資料變化，並將分析後的感測器節電系統參數呈現於網頁上進行比較。

本實驗先期以 SensorTag (如圖 9) 為物聯網範例與平台，由德州儀器 (Texas Instruments®) 開發，採超低功耗 CC2650 無線微控制器 (MCU)。SensorTag 採用低功耗藍牙 (BLE) 可與行動裝置連線並進行數據收集，將 10 個常用的感測器整合在一塊小型的板子上，還支援了 iBeacon 技術，只要向 Apple 簽署 iBeacon 許可協議，使用 iBeacon 技術開發室內定位的應用。Android/IOS 裝置將可以透過藍芽與 SensorTag 連線，並讀取 SensorTag 所回傳的感測器偵測數據，也可以透過 APP 控制並調整各感測器的偵測週期。此外，開發者不需要具備非常低階的嵌入式軟體知識，可以縮短研究嵌入式裝置的時間，有效降低開發時間成本。SensorTag 也可以利用與行動裝置連結進行韌體更新，十分方便，且官方有提供許多相關樣本程式供開發者參考。SensorTag 透過低耗能藍芽技術能有效的減少傳輸數據時的功耗，延長電池壽命。然而，SensorTag 也有他的先天上的應用限制。首先，SensorTag 在使用者模式下，本身無記錄功能，無法暫存取樣的資料。在應用上可能因短暫失聯而導致感測資料遺失，因此在實驗中 SensorTag 位置固定，且必須隨時注意連線狀況。其次，可能是未具備記錄功能，SensorTag 未提供 NFC 的傳輸能力，因而限制了應用的情境，在實驗中也無從比較這兩種傳輸方式的優劣與功耗。最後，SensorTag 無法外接或更動感測器，所有感測器都固定在同一個電路板上，在測量環境資訊時，主機板與電池會受到環境影響，如低溫情況下，電池壽命可能因而縮短，或是其他感測器如濕度、光度取樣時的資料正確性可能受影響。此外，在高溫與低溫的情形下，會影響功耗測量的精確度，進而影響實驗結果。

本研究論文首先將找出感測器偵測週期和耗電量的關係，建立他們功耗與取樣週期

之間的函數關係。首先假設 SensorTag 感測器偵測間隔越短，耗電量越高，再透過資料擷取器 (Data Acquisition, DAQ) (如圖 10) 搜集各個感測器在不同週期下的耗電量，若實驗結果符合上述假設狀況，即可得知若要達到省電效果，就必須將 SensorTag 感測器偵測間隔拉長，反之，則是將 SensorTag 感測器偵測間隔縮短。

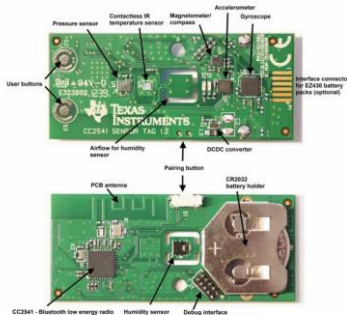


圖 9 藍芽低耗能 SensorTag 套件



圖 10 資料擷取器 DAQ

二、系統設計流程

圖 11 是系統的詳細運作流程：

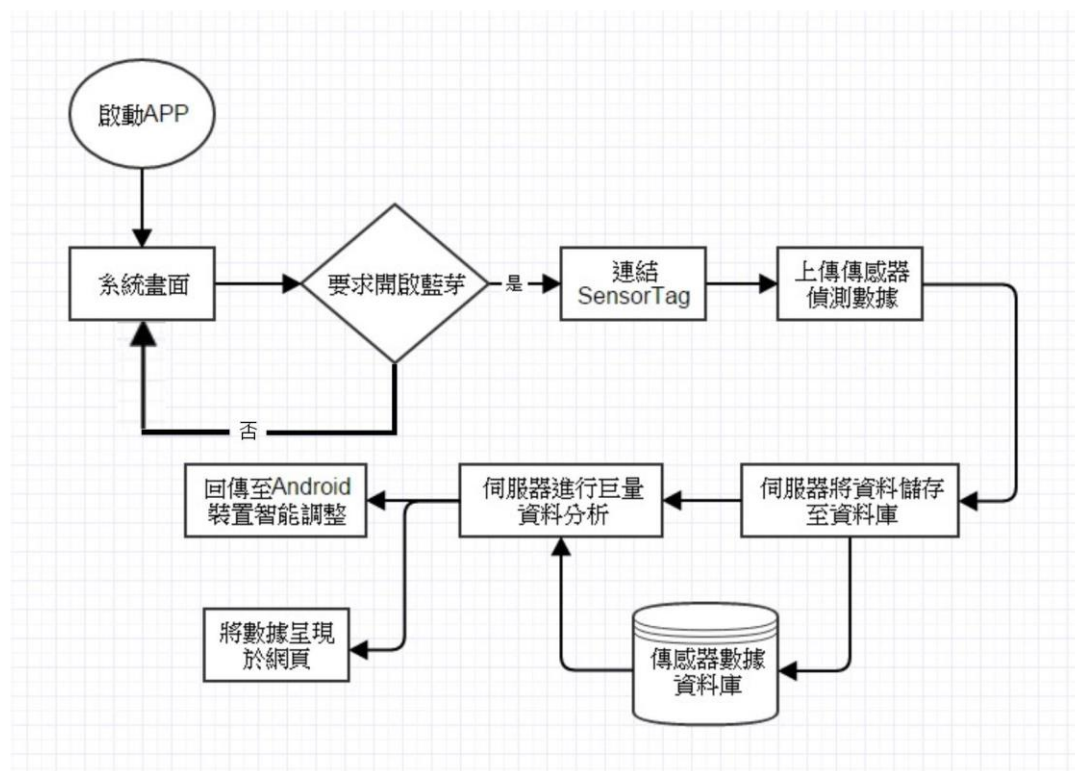


圖 11 系統流程圖

當使用者開啟 APP 後，可以進行藍芽連結 SensorTag，偵測的資料會透過 Android/IOS 裝置上傳至雲端伺服器儲存至資料庫，當資料庫內的資料累積到一定的程度後，伺服器

就會開始進行資料分析，並以不會影響到偵測資料精確性的前提下，找出最適合各感測器的偵測週期。此次實驗以 **Sensortag** 的溼度、大氣壓力、光照及溫度感測器找出偵測週期及電量消耗關係，嘗試找出每個偵測週期與 **Sensor** 的關係，透過 **DAQ** 電量檢測器對上述兩種感測器進行耗電量測試，測試情況如圖 12。例如，讓各感測器以每 100 毫秒為單位，每 5 分鐘記錄一次電壓狀況並持續偵測一小時，一共偵測 13 次，再將產生的數據資料以圖表方式呈現並比較，初步發現感測器在不同的偵測間隔下耗電量的不同，以及不同感測器的耗電量也有所差別，測試與實驗的情況如圖 13 所示。



圖 12 以 DAQ 連結 SensorTag 擷取耗電量

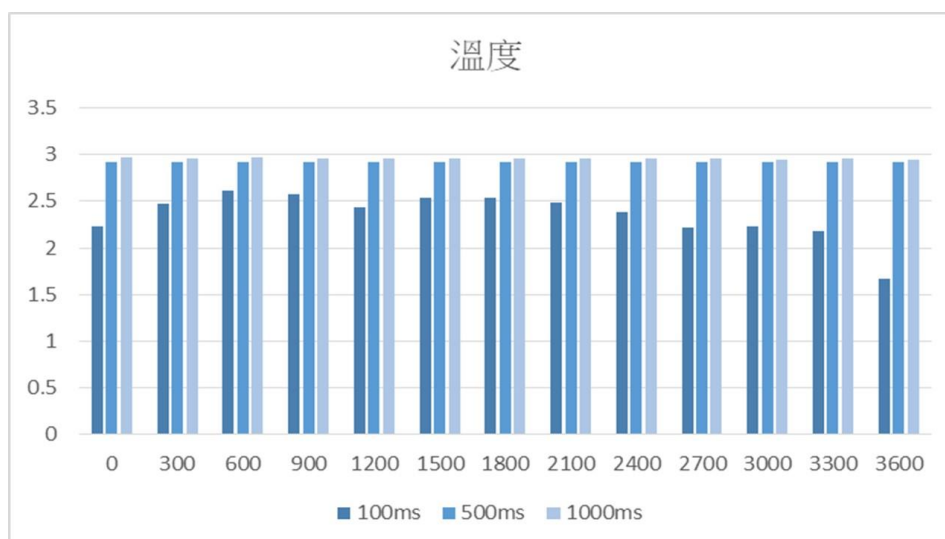


圖 13 感測器-溫度偵測週期及耗電量關係圖

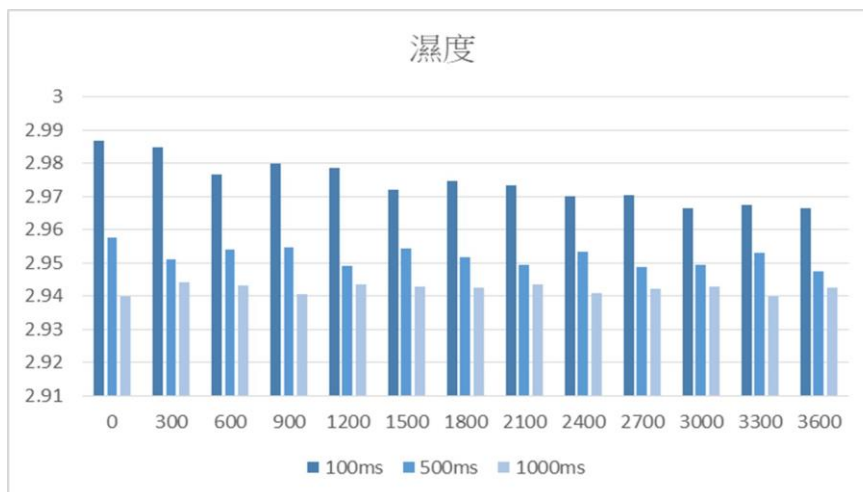


圖 14 感測器-濕度偵測週期及耗電量關係圖

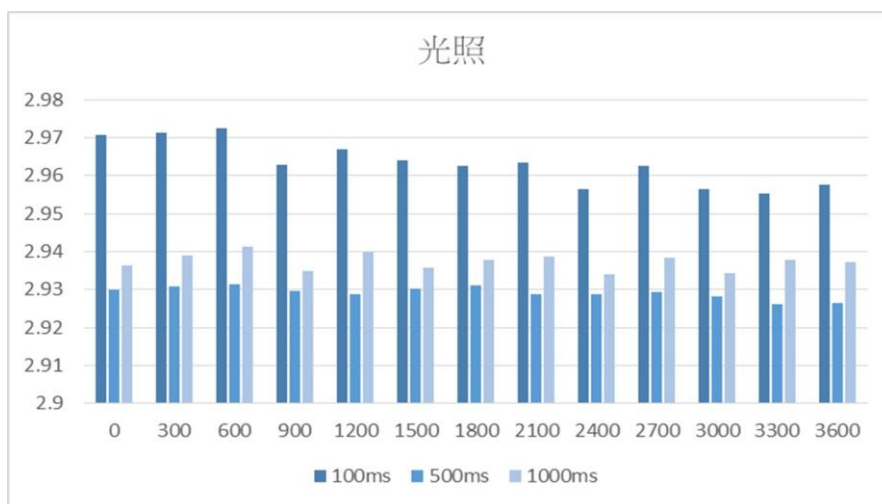


圖 15 感測器-光照偵測週期及耗電量關係圖

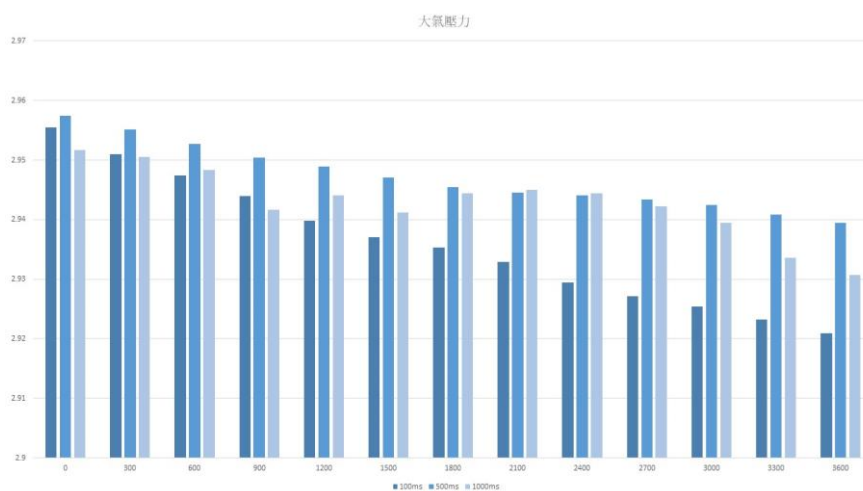


圖 16 感測器-大氣壓力偵測週期及耗電量關係圖

根據圖 13~16 的觀察可以發現部分電流量數值變化稍大，可能為實驗期間遭受到碰撞影響數據精確性，但仍支持初步實驗的結論，而實驗結果可以推論出感測器偵測間隔越長耗電量越少。本實驗希望透過耗電量問題來進行探討，首先將透過大量實驗，建立各種感測器週期與功耗之間的函數關係，再藉由記錄感測器內各種感測器的偵測週期，取得足夠的感測資料進行統計，藉以改善耗電問題減少替換電池的不方便。目前所需的感測週期不盡相同，容易造成不必要的電能浪費，而使得感測器需要頻繁地更換電池。若使用到的 SensorTag 數量非常龐大、各 SensorTag 擺放距離較遠，將會導致替換電池麻煩且需要消耗時間及人力資源。

三、系統展示畫面

(一) 產品列表

會員登入後，可透過產品列表看到目前帳號之感測器列表，並進行存取(如圖十七)。

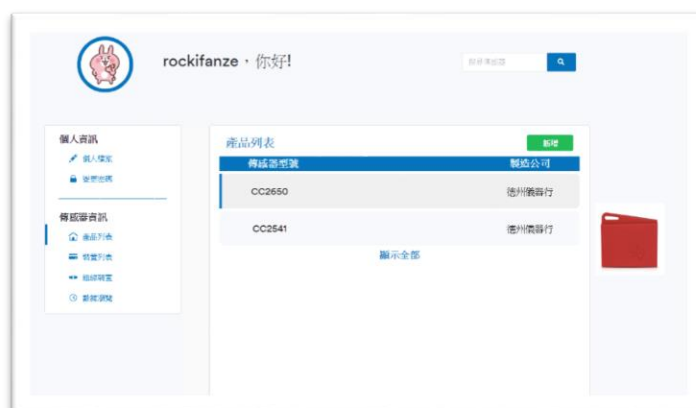


圖 17 產品列表畫面

(二) 裝置列表

會員點擊產品列表的產品後，會進入到裝置列表，可以存取該產品下的裝置(如圖十八)。



圖 18 裝置列表

(四) 感測器使用狀況

當感測器與手機配對成功後，可以在網頁上即時的呈現感測器使用狀況(如圖 19)。

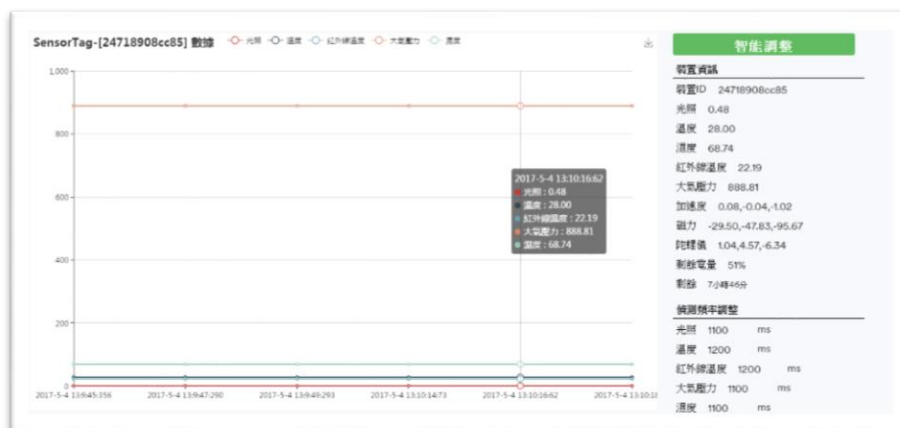


圖 19 感測器使用狀況

(五) 雲端巨量資料

感測器連接後的數據會上傳至雲端儲存，感測器資料可以透過網頁瀏覽，也可以應用於資料分析(如圖 20)。

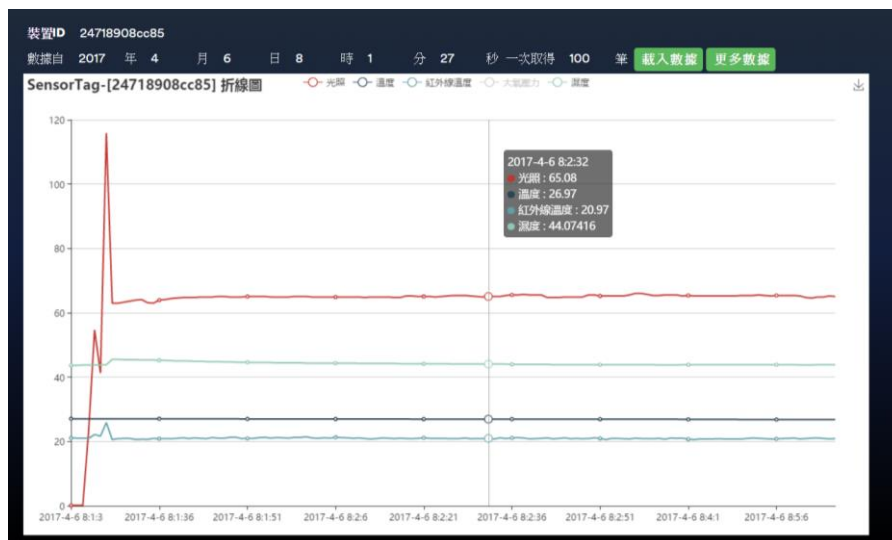


圖 20 雲端巨量資料分析

(六) 感測器智能調整

當感測器與手機配對成功後，可以透過智能調整功能，讓感測器根據環境數據進行智能調整頻率(如圖 21)。



圖 21 感測器智能調整

(七) 自動上傳數據

感測器與手機連接後，數據會透過網頁伺服器自動上傳至雲端儲存（如圖 22）。

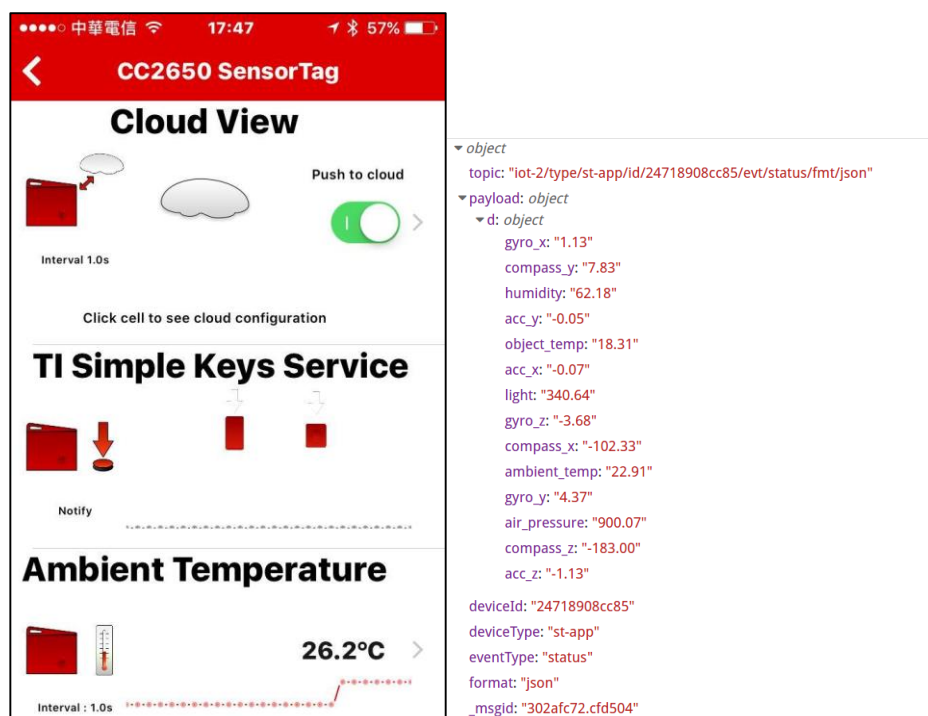


圖 22 自動上傳數據

伍、評估與限制

我們以德州儀器 (Texas Instruments®) 所開發的 SensorTag 進行實驗，提出智能調適 (intelligent adaptive) 系統讓感測器可以隨著各種狀況的變化，進行感測器偵測週期調整，藉由分析各感測器偵測後所上傳至雲端伺服器的數據，並以拉長感測器偵測間隔且不會影響到數據精確性的前提下，找出最適當的感測器偵測週期，達到幫助感測器調整各感測器偵測週期節省耗電的效果，延長電池壽命並減少更換電池的人力及時間成本。依前期實驗成果之經驗，我們後續將與工業技術研究院合作，以下述四項目為評估標的，並以工業技術研究院所開發的環境感知監控平台為標的進行實驗：

一、節省耗電，改善電池頻繁更換問題

透過大量實驗，建立各種感測器週期與功耗之間的函數關係，再藉由記錄感測器內各種感測器的偵測週期，取得足夠的感測資料進行統計。所開發出的系統將由感測器與伺服器進行資料傳輸，透過雲端伺服器進行大數據資料分析，並找出最適合各感測器的偵測週期進行調整來達到節省耗電的效果。

二、大數據資料分析，自動化智能調整

本實驗希望可以透過大數據分析幫助感測器模組找出在不同情況下各感測器最適合的偵測週期。先將所偵測的數據上傳至雲端伺服器儲存，累積至一定資料量後進行大數據分析，找出各感測器在不影響資料精確度的前提的最佳偵測週期，並回傳至行動裝置進行智能調整，節省手動調整的誤差及人力成本。

三、結合雲端服務，即時換算調整

感測器偵測所產生的數據上傳至雲端伺服器，而伺服器會即時將上傳的數據儲存於雲端資料庫，累積一定資料量後進行巨量資料分析後再將結果回傳到 Android/IOS 裝置，幫助感測器進行調整，不必以人工方式記錄和換算，提高處理及傳輸效率。

四、結合物聯網概念，以 SensorTag 為例

改善物聯網電能消耗，藉由體積小、藍芽 4.0 低耗能並結合溫度、濕度、壓力、加速度計、陀螺儀和磁力儀等多種感測器，透過藍芽與行動裝置結合，可以即時的知道周遭的環境資訊，作為物聯網系統的實驗平台。條件限制如下：

- **電量限制**

因感測器是由電池供電，而不是透過電源供應，因此當感測器沒電時，須由人員手動更換電池。

- **傳輸距離限制**

行動應用裝置與感測器需在一定的距離內，如物流士離感測器較遠，且物品在這時發生意外狀況，就無法及時排除狀況。

- **人員條件限制**

物流士與後台人員須受過基本訓練，並熟悉操作方法，才能有效利用軟硬設備。

陸、結論

本研究論文主要介紹新的技術發展與創新服務架構，涵蓋蓄冷保鮮、前端物聯網感測、行動應用 App 與後端巨量資料分析平台促成冷鏈物流的自/智動化，促進人們生活發展。研究目的是協助國內物流業應用蓄冷、資通訊與物聯網技術，建立高效率與成本競爭力之城市物流服務，以因應供應鏈多元發展所帶來之衝擊。建構物流歷程記錄追蹤服務，滿足食品安全議題所產生之物流品質監控要求，強化最後一哩路之商品保鮮訴求，打造保鮮城市物流服務。本研究貢獻在於闡述物流產業新脈動，介紹新資通訊技術，引導讀者瞭解智慧物流服務模式與應用技術於城市冷鏈物流服務。本實驗先期導入 SensorTag 為平台，目的為提高感測器自身電能使用效率。後續的研究將導人工研院的『BLE 無線溫濕度感測器』以及『NFC 無線溫度感測器』，並進行與 SensorTag 的效能和實用性評估。評估結果可用於未來發展合作擴展無人化寄取貨多元服務，提供消費這個新體驗；參與城市物流軟硬體技術導入應用，發展創新配送服務；合作整合保鮮溯源履歷機制，建立差異化服務。本研究貢獻在於闡述物流產業新脈動，說明新資通訊技術，引導讀者瞭解智慧物流服務模式與應用技術於城市冷鏈物流服務。

致謝

本研究相關資料來源與部分經費來自國立臺中科技大學產學合作計畫案編號:產研字第 105093H 號，以及科技部專題研究計畫 MOST 105-2221-E-025-007、MOST 106-2221-E-025-003 給予支持。

參考文獻

- 王嘉鎂、宋志揚 (2014)。物流管理系統中以進出貨及盤點導入 RFID 智慧應用之研究 (碩士論文)。
- 林韋樺、羅士哲 (2015)。應用人工蜂群最佳化於智慧物流管理中具載重限制、回程取貨與接駁式轉運之車輛運途問題 (碩士論文)。
- 林宜樺、黃台生、王傳芳 (2003)。物流配送監控系統之建構 (碩士論文)。
- 林怡伶、許文楷 (2016)。智慧型物流之作業績效評估 (碩士論文)。
- 林宏吉、熊建華 (2014)。智慧型行動裝置商業自動化應用研究—物流管理資訊系統個案分析 (碩士論文)。
- 林俊宏、韓威如、莊智元 (2007)。LabVIEW 硬體介面: DAQ 感測器篇(含生理感測)。出版地點: 高立。
- 林建智、廖森貴 (2015)。智慧冷鏈物流設備產業經營策略研究—以 F 公司為例 (碩士論文)。
- 周宣光、黃麗嘉 (2012)。推動物聯網應用策略之研究—以農產品履歷為例, 2012 資訊管理及應用研討會, 育達商業科技大學。
- 唐震寰 (2015)。物聯網於智慧物流之應用, 智慧化趨勢下物流及交通產業發展契機研討會, 新北市政府會議室。
- 翁筱蕙 (2015)。醫療物流中心服務品質與滿意度之研究—以中部某醫學中心體系為例 (碩士論文)。
- 陳永興、黃山瑋 (2004)。建構 RFID 監控技術應用在物流中心之風險分析 (碩士論文)。
- 陳永輝、林泰誠 (2008)。即時物流追蹤監控方案評選模式之建構—以導入新興科技為例 (碩士論文)。
- 許文德、袁建中 (2012)。物聯網架構下無線感測網路應用—以冷鏈物流為例 (碩士論文)。
- 許家榮、張志勇 (2014)。設計及實作基於 NFC 導入及個資保密之物流系統 (碩士論文)。
- 許旭昌、曾欽正 (2016)。物流產業導入物聯網的趨勢及未來性研究 (碩士論文)。
- 賀子誠、張錫嘉 (2013)。應用於冷鏈物流之環境感測器讀出電路設計與實現 (碩士論文)。
- 邱寶桂、陳光華、任維廉 (2016)。物聯網技術應用於智慧物流關鍵成功因素之研究 (碩士論文)。
- 黃麗嘉、周宣光 (2012)。推動物聯網應用策略之研究—以農產品履歷為例 (碩士論文)。
- 郭晟輝、廖鴻圖 (2012)。行動物流系統於 Android 智慧手機之設計研究 (碩士論文)。
- 郭育源、唐震寰 (2013)。物聯網無線電波功率延遲模型之建立與驗證—應用於冷鏈物流恆溫箱之連網 (碩士論文)。
- 謝銘仁、陳正忠 (2005)。智慧型手機在物流業營業司機之接受度研究-以新竹貨運為例 (碩士論文)。
- 鍾誠祐 (2014)。醫療物流中心服務品質改善之研究-以中部某醫學中心體系為例 (碩士論文)。

論文)。

顏肇佑、潘正祥、謝欽旭 (2013)。結合 ZigBee 與 3G 應用於冷鏈物流之高可靠度監控系統 (碩士論文)。

鄭凱駿、許芳銘 (2011)。智能物流之商業模式探討 (碩士論文)。

Texas Instruments (2011)。SensorTag power consumption. Retrieved from <https://www.ti.com/>