

智慧型購物商場管理系統之設計與建構

姚凱超
國立彰化師範大學
工業教育與技術學系
副教授
kcyao@
cc.ncue.edu.tw

陳泰利
國立彰化師範大學
工業教育與技術學系
研究助理
li7628@
hotmail.com

連育德
國立彰化師範大學
工業教育與技術學系
研究助理
peter76730@
hotmail.com

顏于軒
國立彰化師範大學
工業教育與技術學系
研究助理
sos34kimo@
yahoo.com.tw

摘要

本研究將針對購物商場之管理系統做應用分析，並將條碼辨識之不便性加以取代，使購物商場管理系統所消耗之各項成本降至最低，節省賣場人員辨識及商品辨識之時間，大幅提升服務品質。

本研究利用 RFID 辨識技術取代條碼辨識，RFID 辨識技術無須視線，可大幅降低條碼個別讀取之時間，並能在惡劣環境下運作，對於購物商場之管理系統將大幅提升效率。

本研究利用 RFID 技術與虛擬儀器相結合，取其優點相輔相成，且建構出研究模組，對於日後各項相關領域所需，將有極大程度之貢獻。

於購物商場部分，本研究利用 RFID 系統結合 LabVIEW 軟體，規劃出賣場人員辨識、商品倉儲管理、停車場系統、置物櫃系統及儲值系統，將各大領域管理作結合，發揮 RFID 技術於各項領域之中，並達到購物商場管理系統之整合。

關鍵詞：虛擬儀器、商場管理、RFID、LabVIEW、購物商場

1. 前言

現今之物流、零售業、製造供應鏈管理仍舊使用傳統式的倉儲管理系統，並不能掌握即時的貨物庫存量，需每天定時清點庫存量，過於費時；本研究旨在以 CI-93003 RFID 控制模組搭配 LabVIEW 程式設計出一套物流倉儲管理系統。操作模式由電腦圖控程式介面控制，功能具有身分階級判別、讀取商品價格且能計算總金額、進出貨量、進出貨警示、停車場控制、賣場監控與置物櫃等功能。

本研究所研發之成品，將能有效改善目前購物商場利用條碼辨識技術之不便。並利用 RFID 辨識技術，應用於購物商場之各項設施、

物流等，進行評估，使其人員階級辨識之安全性能大幅提昇；停車場與物流管理系統能更趨於順暢，並大幅提高物流之效率。

2. 主要內容

2.1 研究背景與動機

無線通訊科技的發展與進步正改變著人們的生活方式，RFID 技術就是個實際的例子，當一位顧客在賣場挑選了滿滿整車的商品要結帳時，不需經任何條碼掃描。在幾秒之內，金額會全部顯示在銀幕上，消費者可以減少等待時間；此外像是捷運悠遊卡亦具有 RFID 的技術，它結合了車票、電子錢包、信用卡等功能，讓乘客從公車、捷運到停車場都能一卡搞定。由上述例子可知。隨著 RFID 短距離無線射頻辨識技術日漸成熟，結合功能簡單、攜帶方便的嵌入式無線產品，不僅帶給人們迅速與便利，更意味著 RFID 為爾後技術發展的必然趨勢。

現今普遍利用條碼辨識為主，而條碼通常標示在商品最外層，一旦條碼污損後，條碼讀取機便無法讀取，造成辨識上的困難。

本研究將針對購物商場目前使用條碼辨識之不便加以改善，使其效率大幅增加，並利用 RFID 技術整合購物商場之管理系統，本研究將利用 RFID 之優勢，發展並設計出一套模組，將有利於購物商場之整合管理模組，如人員辨識系統、商品庫存辨識系統、停車場系統、置物櫃系統以及儲值系統等，以改善購物商場之管理系統。

本研究利用 RFID 系統結合 LabVIEW 軟體，最終以實體呈現，並能有效改善購物商場之效率，使購物商場管理系統更趨於統整、人性化，並能大幅縮短辨識時間，達到本研究之目的。

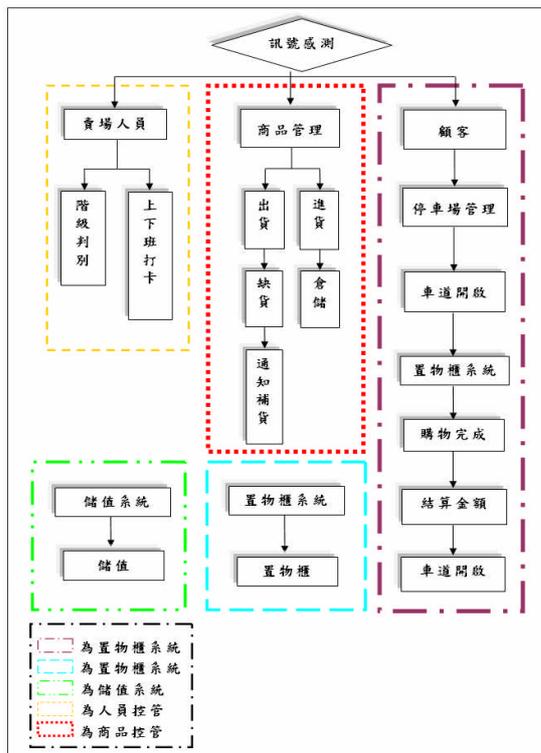
2.2 研究目的

本研究藉由 RFID 與虛擬儀器結合，改善現今購物商場普遍使用條碼辨識之不便性，並大福降低成本消耗，使賣場人員能有多餘的時間提昇賣場服務品質，且提高效率。

本研究利用 RFID 之技術應用在購物商場之商品、人員辨識，且模組化利於購物商場之自動化管理系統。

2.3 研究方法與步驟

本研究計畫所發展之系統流程圖如圖一所示



圖一 本研究計畫所發展之系統流程圖

一、人員部分：

賣場人員分為高階主管、一般員工、與清掃人員，將 RFID 用於上下班打卡與階級判別，使一般員工不得出入重要機密場所。

二、商品部份：

利用 RFID 技術管理商品之進出貨，並進行倉儲管理，出貨時計算個別購買數量、價格，其後予以加總並顯示於螢幕上，並於缺貨時立即通知人員補貨。

三、停車部分：

以顧客為主體，顧客進入賣場後抽取 RFID 晶片卡，利用晶片卡控制閘門升降，以達到車輛之控管。

四、製物櫃部份：

若顧客使用置物櫃時，則可利用與停車部份之相同晶片卡開啟置物櫃系統置物。

五、儲值系統部份：

當顧客使用會員卡金額不足時，將可利用儲值系統進行儲值。

2.4 名詞解釋

2.4.1 LabVIEW

LabVIEW 是 Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench 的縮寫，是由美國 NI 公司於 1986 年所發展出的一套程式語言軟體，它擁有強大的功能且其為適用性極高的儀器控制與分析軟體，它與傳統的程式語言不同的是，其設計作業環境是較為容易使用的圖形化程式語言(Graphic Language，簡稱 G 語言)，它使用圖示的方式來取代文字程式的撰寫，且利用資料流的觀念來呈現程式執行的順序(周靜娟、吳明瑞、顏培仁，2004)。

2.4.2 物流管理(logistics management)

物流管理又稱運籌管理，主要是透過物流、金流、資訊流、商流等方面進行整合使製造到銷售的所有過程達到最適、最佳的組合，物流的概念係源自於軍事領域的 Logistics (後勤)，而發展的背景主要是由於西元 1950 年代美國經濟衰退不振，促使產業界對於貨物流通的重視，所以展開了一串的研究，這些研究也使得 Logistics 有意無意地由軍事跨越到商業的活動，進而發展出豐碩的果實。

1991 年美國物流協會 (CLM) 為物流下定義：「為達顧客的要求，從生產到消費之間有效地計劃、執行與控制財貨勞物及其相關資訊之流通與儲存之過程。」而國內對於物流的定義也是抱持相同的看法，根據行政院勞工委員會職業訓練局出版的『行職業展望』第八輯可知國內將物流分為狹義及廣義，而目前國內係指狹義「販賣需求」而言，亦即指從工廠生產出的製成品，透過一種對於集貨、庫存、配送，有特殊專業之運作做的單位來執行，以降低各項成本。

2.4.3 虛擬儀表(Virtual Instruments，簡稱 VI)

虛擬儀表又稱虛擬儀器(Virtual Instrumentation)是基於電腦的儀器。電腦和儀器

的密切結合是目前儀器發展的一個重要方向。粗略而言：此結合有兩種方式，一種是將電腦裝入儀器，其典型的例子就是所謂智能化的儀器。隨著電腦功能日益強大，以及其體積日趨縮小，這類儀器功能也越來越強大，目前已出現含嵌入式系統的儀器。另一種方式是將儀器裝入電腦。以通用的電腦硬體及作業系統為依託，實現各種儀器功能。虛擬儀器主要是以後者方式呈現。

2.4.4 RFID

RFID 的中文名稱為『無線辨識系統(Radio Frequency Identification)』，是一種非接觸式自動識別系統，由於他是利用無線電波來傳送識別資料，一組射頻辨識系統由標籤與讀取機組成，標籤上裝有感應電路，因此不需要額外加裝電池。由於讀取機從一段距離外，發射能量給標籤時，標籤上電路即可通電，與讀取機交換訊息。標籤基本上是在一塊矽晶片上加裝簡單的天線，然後以玻璃或塑膠組件封裝而成。因此適合在油漬、高壓量的惡劣環境中運作(易興安全科技股份有限公司)。

2.5 文獻探討

一、無線射頻辨識系統(RFID)之探討

RFID 屬於一種在短距離內運用無線頻率通訊所為之自動資料辨識 (Automatic Identification System) RFID 可以裝置於貨物、動物或人的身上，除了有自動辨識的功能 RFID 亦可以達到追蹤以及管理的功能。表一為 RFID 天線工作頻率頻段分類(經濟部, 2008)。表一 RFID 天線工作頻率頻段

頻段	低	中	高
頻率	100 -150 kHz	10 - 15MHz	850 - 950MHz 2.4 - 5.8GHz
特性	讀取距離短、較便宜、讀取速度慢	讀取距離短、便宜、讀取速度中等	讀取距離長、昂貴、讀取時間快速

資料來源：經濟部(2008)，RFID 應用推動辦公室。

其實 RFID 早已存在日常生活環境中，出門搭乘捷運會用到的『悠遊卡』，開車上高速公路不用停下車來繳回數票所使用的『ETC』儲值卡，7-11 買飲料用到的”VISA WAVE”信用卡，心愛的寵物身上的植入的『寵物晶片』，商店或圖書館內的防盜晶片，回到家裡開啟大門門禁所用的”MiFare”晶片卡，這些都是 RFID 的實際應用。RFID 的特性特別適合用來作為人或物品在通路上的管控追蹤及識別。所以 RFID 廣泛應用在門禁控制、流程管控以及電子票券等方面。加上 RFID 已制定全球統一的 ISO 規範，同時看好 RFID 所帶來的商機，已有不少廠商投入相關產業的研發(陳啟煌, 2007)。

二、RFID 的起源與發展

(一) RFID 的起源

無線電波(Radio Wave)的起源可以追溯自1864年在有電磁學始祖之稱的蘇格蘭物理學家James Clerk Maxwell所提出關於無線電波傳送速度等同光速的論文。隨後於1887年德國物理學家Heinrich Rudolf Hertz進一步的證實Maxwell的理論並首次成功的發射以及接受無線電波。爾後俄國教授Aleksandr Popov也接續了相關研究和實驗，直到1896年Guglielmo Marconi將無線電波跨越大西洋傳送至美國。

RFID在歷史上的發展。可追溯到第二次世界大戰(約西元1940年左右)，當時RFID的功能，是英軍用於分辨敵方與我方飛機。當時所應用的原理，是將類似今日使用的主動式標籤(Active Tag)裝設在英國軍機上，透過雷達發射訊號到飛機上的標籤，標籤就會發出適當的回應訊號，以此判斷飛機是否為己方所有，此系統稱為IFF (Identity: Friend or Foe)，目前世界上之飛機飛行管制仍是以此為基礎。

(二) RFID的發展

一直以來辨識系統皆使用條碼(Barcode)作為識別之用，雖然條碼的製作成本極低且技術成熟，但因條碼容易污損、僅能單筆讀取的因素，使得在應用上須經常維護條碼的完整性，以免失去其識別的特性。近年來由於RFID技術受到重視，廣泛應用在各領域之中，因其具有不易污損、可同時多筆讀取、辨識速度快、使用壽命長等優點，且RFID電子標籤可以製成薄且易於彎曲的型式，因此可以取代條碼做為

圖書館館藏管理及安全管理上，表二為條碼與RFID分析差異分析比較（徐月美，2006）。

表二 條碼與RFID差異比較表

功能	條碼	RFID
讀取數量	一次一個	一次多個
讀取方式	直式標籤	不需要特定方向與光線
讀取距離	約50公分	依頻率和功率而定
資料容量	容量小	容量大
讀寫能力	資料不可更新	可寫入新資料
資料正確性	人工讀取，失誤機會較高	自動讀取，達到追蹤及保全
抗污性	條碼污損無法讀取	污損不影響讀取
不正當複製	方便容易	非常困難
成本	低	高

資料來源：徐月美，2006。

由表二可分析出RFID辨識技術與條碼辨識之差異性列述如下：

- (一) 讀取數量：可大量讀取，擺脫條碼辨識必須一一讀取所花費之時間。
- (二) 讀取方式：條碼辨識必須以紅外線垂直條碼讀取，大量商品時必須個別讀取。RFID辨識系統不需要特定方向與光線，在有效範圍內便能讀取。
- (三) 讀取距離：RFID辨識系統可遠端讀取，並且無需視線，可於長距離讀取，改善條碼辨識之距離侷限。
- (四) 資料容量：條碼辨識無法增加記憶容量，而RFID辨識系統可於晶片內部增加記憶體，並可將資料儲存於晶片，並能將晶片資料予以加密。
- (五) 讀寫能力：條碼辨識將條碼印刷於商品外部，以利紅外線辨識，故讀寫能力有限，且無法更新。而RFID辨識系統可利用不同功能之晶片(主動式、被動式、半被動式、無晶片式)作讀寫與記憶存取功能。
- (六) 資料正確性：條碼辨識會因環境因素導致讀取之困難，而RFID辨識技術利用無線射頻辨識系統，自動讀取訊號，並於未定義之訊號不與接受，故可靠性較高。

(七) 抗污性：條碼印刷於商品外部，若條碼有污穢或損壞導致紅外線辨識系統無法辨識便失效。而RFID辨識系統利用無線射頻系統，當晶片外部污損，並不影響讀取之效率。

(八) 不正當複製：條碼辨識系統複製相當容易，只要於電腦設計需要的條碼，利用列表機列印便完成複製。而RFID辨識系統之複製，必須經由特定之晶片定義，複製困難。

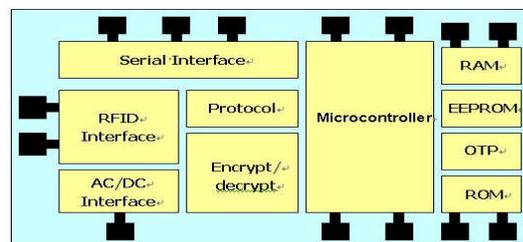
(九) 成本：成本高為RFID辨識系統之劣勢，但RFID之高統整性，讀取之便利性，為RFID辨識系統使用之誘因，目前RFID晶片已大量生產，價格以降低至0.2美元。

(十) 讀取數量：可大量讀取，擺脫條碼辨識必須一一讀取所花費之時間。

三、RFID系統之構成

(一) RFID標籤(TAG)卡片其本身包含：

1. 天線：用來接收由讀卡機傳送過來的訊號，並把所要求的資料送回給讀卡機。
2. AC to DC 電路：把由讀卡機送過來的射頻訊號轉換成DC電源，並經大電容儲存能量，再經穩壓電路以提供IC穩定的電源。
3. 解調變電路：把載波去除以取出真正的調變訊號。
4. 微處理器：把讀卡機傳送的訊號進行解碼，並依照要求回送資料給讀卡機，並可以在此作加密電路。
5. 記憶體：作為系統運作及存放識別資料的位置。
6. 調變電路：微處理器所送出的資訊經由調變電路調變後載到天線送回給讀卡機。圖二為Tag之系統方塊圖(易興股份有限公司，2008)。



圖二 Tag 之系統方塊圖

資料來源：易興股份有限公司，2008。

Tag依其是否內含電源可分為主動式標籤(Active Tag)及被動式標籤(Passive Tag)，其主要的運作方式主要是在接收到Reader的無線電波後，將其內部的資料回傳給Reader。電子標籤可依據不同的應用而製成不同的形狀，

具備多樣化的外觀形狀，如表四所示(周湘琪，2004)。

表三將常見之電子標籤形式統整，並說明其應用範圍與應用場所之相關特性。

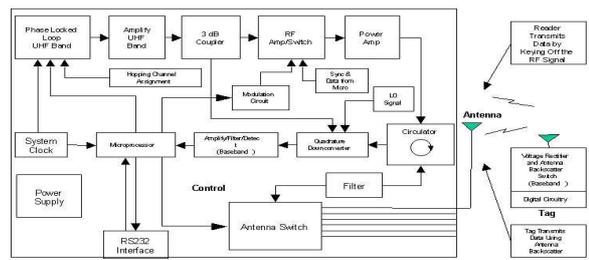
表三 常見電子標籤的型式

製作型式	說明	應用
一、標籤式	製成標籤，黏貼在辨識物品上	食品、圖書館圖書識別
二、PCB式	可嵌入物流箱、塑膠棧板	物流
三、卡片式	非接觸式的感應卡片	門禁系統
四、陶瓷式	可耐高、低溫及酸鹼	醫療手術
五、腕帶式	可防水	人員醫療、遊樂場
六、玻璃用	使用在汽車擋風玻璃	車輛自動辨識、ETC
七、金屬用	使用在汽車、金屬設備	貨櫃自動識別

(二) 讀卡機(Reader)其本身包含

讀卡機(READER)：其系統包含下列八項，如圖三所示(鄭同伯，2004)：

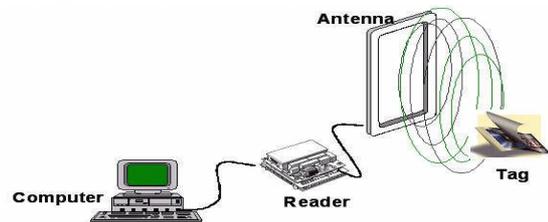
1. 天線：用來發送無線信號給 Tag，並把由 Tag 回應回來的資料接收回來。
2. 系統頻率產生器：產生系統的工作頻率。
3. 相位鎖位迴路(PLL)：產生射頻所需的載波訊號。
4. 調變電路：把要送給 Tag 的信號載在載波送給射頻功率晶體送出。
5. 微處理器：產生要送給 Tag 信號給調變電路，並同時把 Tag 回送回來的訊號解碼，並把所得的資料回傳給資料庫電腦，若為有加密的系統還必需做加解密動作。
6. 記憶體：做為系統運作及存放識別資料的位置。
7. 解調變電路：把 Tag 送過來的微弱信號解調回數位信號，再送給微處理器處理。
8. RS-232 界面：用來和電腦連線。



圖三 ISO18000-6 的讀卡機系統方塊圖

資料來源：鄭同伯，2004。

RFID系統如圖四所示，是由讀取器、電子標籤、天線 (Antenna) 與應用系統等元件所組成，其原理是利用讀取器經由天線發射特定頻率的無線電波給RFID電子標籤，讀取由標籤傳回的資訊內容提供給應用系統進行資料擷取識別的處理(鄭同伯，2004)。



圖四 RFID 元件架構

資料來源：鄭同伯，2004。

四、RFID 之種類、特性與應用範圍

(一) RFID 的種類

RFID的種類蒐集分析統整如表四所示(蕭榮興、許育嘉，2004)：

表四 RFID 之種類與特徵

RFID 的種類	特徵	主要運用領域	成本
讀取專用 RFID	只能讀取資料。主要是寫入由數 10bit 構成的特定 ID 編號。	1. 製程管理 2. 物流系統 3. 防止偽造 4. 手提行李的管理	低
可寫入資料的 RFID	內建數十 Byte 至數萬 Byte 記憶體 (EEP-ROM 及 FeRAM 等)，可寫入資料。		低 ~ 中
內建微型處理器的 RFID	內建微型處理器，使用內建 ROM 裏的 OS 和程式來動。主要是運用在非接觸型 IC	1. 電子結帳 2. 出入管理 3. 會員卡	高

	卡等需提高安全性的用途上。也有搭載了加密電路的產品。		
含有感應器的RFID	以內建溫度感應器者為市場主流。此外，也開始開發有內建壓力感應器等裝置的產品。	1. 動物的識別 2. 輪胎的管理	高

(二) RFID 之特性

RFID 之特性分析統整如表五所示(蕭榮興、許育嘉，2004)：

表五 RFID 之特性表

資料可更新	條碼印刷之後就無法更改，RFID TAG 則可不限次數地新增、修改、刪除 RFID TAG 內儲存的資料。
方便資料辨識	條碼閱讀器需在近距離而且沒有物體阻擋下，使掃描光源照射在條碼上才能辨識。RFID TAG 只要在範圍內，即可傳遞訊號。
儲存資料的容量大	一維條碼的容量 50Bytes；二維條碼最大的容量可儲存 2 至 3000 字元；RFID TAG 最大的容量可達數 Megabytes。
可重覆性使用	條碼常隨著商品的壽命結束而結束；RFID TAG 因為本身資料可更新，因此可以重覆不斷地使用。
可同時讀取數個資料	條碼閱讀器一次只能讀取單一條碼資料；RFID TAG 的辨識器可同時辨識讀取數個 RFID TAG。
安全性	RFID TAG 讀取方面皆有密碼保護，高度安全性的保護措施使之不易被偽造及變造。

資料來源：蕭榮興、許育嘉，2004。

(三) RFID 之應用範圍

RFID 之應用相當廣泛，最常見的應用分類如表六所示(蕭榮興、許育嘉，2004)：

表六 常見的 RFID 應用領域

應用領域	說明
門禁管制	人員出入門禁監控、管制及上下班人事管理。
資源回收	棧板、貨櫃、台車、籠車等可回收容器管理。
貨物管理	航空、海運、公路運輸等的行李識別；郵件、包裹處理，存貨、物流運輸管理。
物料處理	工廠的物料盤點、物料控制系統；生產製造、裝配等物料管理。
廢物處理	垃圾回收處理、廢棄物管控系統。
醫療管理	醫藥設備、病歷控管醫院的病歷系統、藥品管制、危險或管制之生生物品管理。
交通運輸	高速公路的收費系統 (ETC) 車票應用 (捷運悠遊卡)。
防盜應用 防偽、防仿 冒	超市的防盜、圖書館或書店的防盜管理 票券防偽；名牌提包、衣服、食品 (例如；金門高粱) 等的防仿冒。
動物監控	畜牧動物管理、寵物晶片識別、野生動物生態的追蹤。
自動控制	汽車、家電、電子業之分類、組裝、品管、生產
聯合票證	聯合多種用途的智慧型儲值卡、集合儲值卡、紅利積點卡、醫療、身份資料在一卡。
國防安全	後勤補給管理。
物流管理	供應鏈、物流及存貨控管。
圖書管理	圖書館管理、文件檔案追蹤。
品質追蹤	成品品質追蹤、回饋。
危險物品	槍枝管制。

資料來源：蕭榮興、許育嘉，2004。

二、LabVIEW 相關文獻

在軟體產業發展歷史裡，「圖形化程式設計的革命」亦促使軟體設計師能夠因應客戶的需求，規劃出專屬的操作系統。這樣的軟體技術已經悄悄地導致另外一個形式的變革-虛擬儀表(Virtual Instruments, 簡稱VI)的產生，其迅速地改變眾多產業界經營者的思維，如何應用 VI 的概念來達成「降低成本而不犧牲品質」的目標。

在今日科技突飛猛進的潮流中，電腦可以視作任何儀表的引擎，可以進行整合操作、控制、以及彌補儀表本身的限制。虛擬儀表的發展正是如此，利用電腦標準化之開放架構，提供資料處理、儲存、以及顯示等功能。當現成、廉價的介面卡裝入開放性匯流排的時候，標準化匯流排介面可以作為虛擬儀表提供相當大的發展空間。因此，眾多產業界積極投入，個人電腦與工作站的技術迅速變革，使得虛擬儀表的優勢持續加速並擴大發展。此外，虛擬儀表的優點可以提升性能和降低成本，可協助使用者透過軟體模組的技術，達到模組化、階層化的環境，這是傳統儀表無法比擬的（蕭子健、王智昱、儲昭偉，2005）。

LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) 是由 National Instruments 公司，於1986年所發展出的一種繪圖程式語言，又稱為G語言。在程式設計方面，則是以圖形方式編輯程式，然而其程式結構部分，又可稱為虛擬儀表(Virtual Instruments)。因此LabVIEW是可以完全整合控制的通訊介面，例如：GPIB、VXI、PXI、RS-232、RS-485等，以及支援資料擷取DAQ(Data Acquisition)與影像擷取(Image Acquisition)的功能（惠汝生，2006）。

專用量測儀器(例如各種示波器與邏輯分析儀)雖然無疑在性能上具備優勢，但以PC為基礎的虛擬儀控在National Instruments(美商國家儀器)的大力推廣下，靠著允許使用者自行定義儀器功能的應用彈性，以及建構在PC基礎上所帶來的成本優勢，在近年來獲得飛快成長，特別是在生產線應用領域裡。許多提供專用量測解決方案的供應商也開始在部分產品線上導入虛擬儀控的概念。針對不同的設計專案需求，以往工程師不是購買昂貴的專利量測產品，就是要自行購買不同的通用型儀器來建構出一套符合手邊專案需求的量測系統。不管選擇哪種方式，要擁有一套合用的量測系統都要付出不小的代價。NI 行銷經理吳維翰指出，根據美國GAO(Government Accountability Office)最近為美國國防部所做的研究結果顯示，如果將過去以個別硬體為基礎的量測系統改成由使用者自行定義軟體應用程式，並搭配通用性更高的量測硬體模組，可以替美國國庫節省下810億美元。

(<http://www.compotechasia.com>, 2007)。

虛擬儀器功能相當強大，應用的範圍也相當廣泛，它可應用於閃爍現象之量測(Caldara

S., et al., 1998)，量測電力電子品質(Cristaldi, L, et al., 1995)，並且建構一個虛擬的實驗環境(H. J. W. Spoelder, 1999)，可透過GPIB連接介面建構一套精密功率量測系統(Zrudsky, D. R., et al., 1992)，可量測SVC諧波濾波器功率(Benton, J. S., 1995)，甚至可以利用虛擬儀器開發出一套低成本且可靠性高的PCG心電圖，用來偵測心跳以及心臟雜音訊號(Zhenyu Guo, 1998)。此外，A. Ferrero & V. Piuri (1999)也指出，在有限的成本考量下，使用虛擬儀器更可以提供彈性的量測課程教學實驗環境。

虛擬儀器軟體的主流仍以美商國家儀器公司的圖控式程式語言軟體LabVIEW為最，它是一套專為圖型監控、儀器量測及資料擷取分析所開發之軟體，它也提供了全新的程式撰寫介面，只需要利用方塊圖的概念將各元件(VIs)使用線條加以連接組合，即可完成程式設計。LabVIEW包含數百種使用者以圖形連接而進行資料擷取以及訊號處理的數學函數庫(Foster, K. R., 1997)。L. Cristaldi, A. Ferrero, and V. Piuri (1999)提到，視覺化的程式編輯提供一個簡單的量測演算法，甚至連不懂電腦語言的人都可輕易完成。其主要的優點是使用簡單且方便好學，並沒有太多複雜的指令，只需要瞭解各元件所代表之意涵，利用直覺式的圖形概念加以連接，即可完成設計，減少了程式開發所需要的時間，也因此實驗室中廣受歡迎。

LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)是由美商國家儀器公司National Instrument，於1986年所發展出的一種圖像程式語言(Graphic Language，稱為G語言)，它是使用圖像物件函數的方式編輯程式，取代傳統採用文字編輯的方式，使得使用者更容易瞭解程式結構的涵義，在經歷了4.0、5.0、6.0以及7.0等系統版本的更新，並於2005年再推出嶄新8.0系統。整個系統架構依然使用圖像方式編輯，就程式結構而言，其有如虛擬儀表(Virtual Instrument)一般，可利用電腦透過網路方式，對遠端的控制物件下達命令。(惠汝生，2006)。

而LabVIEW是一個完全以32-bit環境、編輯與執行程式的作業系統，因此可以提昇程式在執行時的速度，迅速獲取所需的資料、測試訊號以及量測結果。在區域網路方面，LabVIEW可以透過視窗作業系統的驅動程式與

設定功能，支援多種可與外部信號連接的方式，譬如：TCP/IP 網路通訊協定、Active X、及 DLLs 等功能，以獲得更多資源共享的附加價值，達到更進一步利用網路監控的應用。(惠汝生，2004)。

LabVIEW 除了使用簡單的圖示方式來設計程式之外，它所擁有的內建功能函數更可完成大部分的程式設計，因此，不需要像傳統程式一般，需要使用一些較不易了解及使用的技術，如指標、記憶體管理等問題。另外，它還有一些專為硬體所寫的程式庫，如資料擷取(DAQ)、串並列通訊、資料儲存、網路連結、資料分享等應用。因此，LabVIEW 可以更廣泛的應用在許多工程領域上，例如生物醫學、製藥、汽車業、品管檢測、農業等。(周靜娟，吳明瑞，顏培仁，2004)。

LabVIEW 在儀器控制與量測方面，也提供相當強大的功能，其與儀器的連接介面，可透過 GPIB(General Purpose Interface Bus)，如 IEEE-488 通訊介面。亦可使用儀器所提供較低階的 RS-232 通訊介面，由區域網路的方式直接與電腦連線，從事訊號的量測、分析、數據儲存與資料的擷取等功能，提升工作效率與數據資料的準確性。LabVIEW 系統也提供數位與類比的轉換功能，透過資料擷取系統取得類比訊號之後，再轉換為數位訊號，讓一般電腦能夠判讀所擷取的數位訊號。同樣的，也可以藉由介面的訊號轉換功能，把電腦的指令由數位訊號轉換成類比訊號，來驅動被控制的物件，以達到訊號擷取與自動控制的目的，以獲得更多的資源共享附加價值。(惠汝生，2006)。

而組成虛擬儀表(VI)的主要部份分為：前置面板(Front Panel)、程式方塊圖(Block Diagram)、圖像與連接器(Icon/Connector)。前置面板是使用者與程式之間的一種介面，程式執行時，我們將利用此介面將資料輸入程式中，而程式執行的結果也將透過此介面呈現出來。因為前置面板猶如一個虛擬的儀器面板，因此，我們將可以模擬一些儀器上的輸入元件，如各種形狀的開關或是旋鈕稱之為控制元件(Controls)，它主要的用途是將使用者的資料傳入給 VI。至於將資料呈現出來的則稱為顯示元件(Indicators)，最常見到的輸出呈現方式為數據或是圖表。這些元件的用法通常是不同的。程式方塊圖即是 LabVIEW 的原始程式碼，它主要是利用圖示的方式來表示，它代表著傳統程式裡的一行行指令，它利用連線的方

式將各個有特定功能的函數圖形連接起來，使得資料可以藉著連線來傳送(周靜娟，吳明瑞，顏培仁，2004)。

美國國家儀器(National Instruments)公司於1986年所發展出來之以虛擬儀表操控主要訴求為應用軟體開發工具，其特點有：(1)可利用圖形介面代替傳統文字介面、(2)內建許多副程式及(3)儀器的驅動程式。它以物件導向和流程圖觀念來撰寫程式，並可透過各式 GPIB 插卡式控制器的匯流排接口，可用於幾乎所有的桌上型電腦、筆記型電腦與工作站，為人機與實際實驗系統的介面溝通，簡單地說，LabVIEW 是一種擁有強大功能與適用性高的儀控與數據分析軟體，適合在一般科學實驗或其他工程生產環境下使用。

二、LabVIEW 的特性

LabVIEW 主要是以虛擬儀表(Virtual Instrument)為主軸，以「VI」來表示，在這背後是一些常見的程式語言，如 C 或 BASIC 等主程式、函數或副程式等等組成，使用者不需有程式撰寫的背景就可容易上手，以下介紹「VI」的主要部份：

(一) 虛擬儀表

以 LabVIEW 內建的程式，建立起一套類似實際系統的模擬程式系統，此稱之為虛擬儀表(Virtual Instruments, VI)也稱之前置面板(Front Panel)，因為其所設計出來的模擬程式在外觀以及操控上都與真實的儀器很相似。配合許多的按鈕、旋鈕、圖形、控制元及其他顯示元來撰寫人機介面，虛擬出一個能讓使用者應用的圖表，可以藉由滑鼠及鍵盤來操作，可以在螢幕上看到整個結果。前置面板是整個程式系統的中心。

(二) 程式方塊圖

LabVIEW 改變傳統的程式設計方式，使用容易上手的圖形化使用者介面，包括實驗控制、資料擷取、資料分析與結果呈現等所必須使用的工具。由於傳統的 C 或 BASIC 程式語言採取結構化程式邏輯，在主程式與副程式之間須以嚴謹的邏輯流程加以撰寫，一有錯誤則需花費長時間尋找錯誤；LabVIEW 可藉由圖形化程式設

計語言的協助,以程式方塊圖的圖畫形式來編寫程式,使得它與實驗控制外觀相似,容易有一完整的圖像和與明確的流程,所以具有易於撰寫、修改與易於了解及易於操作等優點。如此可消除許多語法上的細節與相關困難。以這樣的方式,可以使資料流在幫助實際上的工作或實驗更能發揮效能,這種方法不但簡化了煩瑣的作業程序,也增加了許多人性化的功能,這是傳統程式無法達成的。

程式方塊圖是VI的程式原始碼,是由圖形語言G所建立的,程式方塊圖是人機介面背後的程式圖。有許多不同的控制元,包含了許多的常數、函數及程式執行的控制結構,來撰寫資料流的流動。在許多的函數方塊都有接點,可以用接線來連結,而且如有錯誤就會馬上顯示,可在短時間之內除錯,增加工作效能。

當一虛擬儀表 VI 要作為子虛擬儀表 VI 當副程式使用時,須有一圖示以連結器來傳遞資料,圖示是 VI 圖形化的表示方式,可以像一個物件在另一個 VI 中使用。連結器則定義了一個程式的輸出及輸入,就如一個副程式的輸出入參數。

本研究以各專家學者文獻,自行整理各相關文獻加以彙整,統整出虛擬儀器與傳統儀器之比較表如表七所示:

表七 虛擬儀器與傳統儀器之比較

虛擬儀器	傳統儀器
功能由用戶自行定義	功能由儀表公司定義
功能全面,可與其他設備做連結	功能固定,連結有所限制
產品關鍵為軟體	產品關鍵為硬體
價格便宜,可再利用	價格昂貴
開放、多元、可任意更改	封閉、功能固定
技術更新快	技術更新慢
低廉的維修困難度與費用	較高的維修困難度與費用
隨時隨地可測量	工廠、實驗室或侷限於特定地方才可測量

資料來源:本研究自行統整。

三、物流之相關文獻

物流一辭,乃英文「Logistics」的日本語,翻譯後為物的流通,進一步簡稱物流,並廣為業界引用。有人把物流解釋為「物的流動」或

「使物流動的方式」從字面來看,確實可以這樣解釋。但是「物流」是「物的流通」的簡稱「物的流通」是從英語Physical Distribution翻譯過來的,直接了當地說,物流是流通這一經濟、經營 功能的物理性活動(中田信哉,2002)。在1987年「美國物流管理協會」即The Council of Logistics Management,因Logistics的概念較寬廣、連貫,整理而命名之。物流的定義至今並未有一個公認的說法,根據不同協會、不同組織及專家學者對物流的認知皆不同。本研究蒐集了許多相關文獻,茲列舉下列較具代表性者,分述如下:

(一) 2003 年「美國物流管理協會」

「物流是供應鏈程序之一部分,在起源點與消費點間,針對物品、服務及 相關資訊之具效率及效果的正向及逆向流通與儲存,進行規劃、執行與控管(即管理),以達成顧客之要求。」

(二) 「中華民國物流協會」

「乃將物流認定為產業、社會及國家等之相關商業交易活動而促使物之流動。而此物品的實體流通行為,必須透過有效的管理程序,結合倉儲、運輸、裝卸、包裝、流通加工、資訊傳遞等物流相關機能性活動,為顧客、企業、產業、社會及國家帶來價值創造、市場需求滿足的成效。因此,物流乃指物品由供應的生產製造端,經過各項加值機能活動,送交消費者的整個流通過程謂之。」

(三) 阿保榮司之定義

「物流是包括有形、無形之一切財物之廢棄、還原、連結、供給主體與需求主體、克服空間與時間的缺口,並創造部分效用的相關物理性經濟活動。具體而言,是指運輸、保管、包裝、搬運、流通加工等物資流通活動,和與流通關聯之資訊活動。」

2.6 系統需求分析

2.6.1 硬體需求分析

硬體部分除實驗面板 CI-93003 以外,必須利用 10 條 Chip Inlet 做各種不同的人員、商品、顧客、臨時卡之定義,並且對於顧客方面增加設置具一般停車場實體環境及置物櫃實體系統。

2.6.2 軟體需求分析

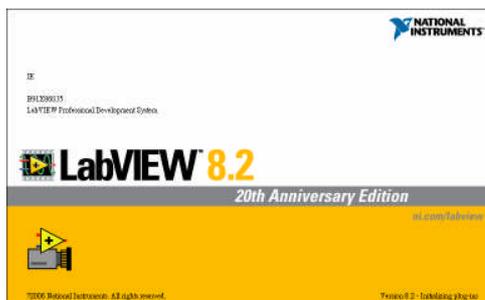
分析其軟體主要功能必須包含人員辨識、商品管理、停車場系統、置物櫃系統等，人員辨識必須設定階級判別，用以判別階級。

商品管理方面，必須具備進貨、出貨以及倉儲數量。顧客方面，則加設停車場系統以及置物櫃系統，並將所有金額加總，以利於計算消費總金額，節省時間。

內部程式方面，必須了解其內部功能，使人機介面人性化，並且了解程式中 VI 特性，於適當的位置、迴圈內做最合理的設計。

2.6.3 RFID 控制模組與 LabVIEW 連接測試

首先接妥各項設備，如電腦、銀幕、實驗面板 CI-93003 等，其後開啟 LabVIEW 8.2 軟體進行初步連接測試，如圖五所示：



圖五 開啟 LabVIEW 8.2

開啟 LabVIEW 8.2 後載入程式進行連接測試，如圖六所示：



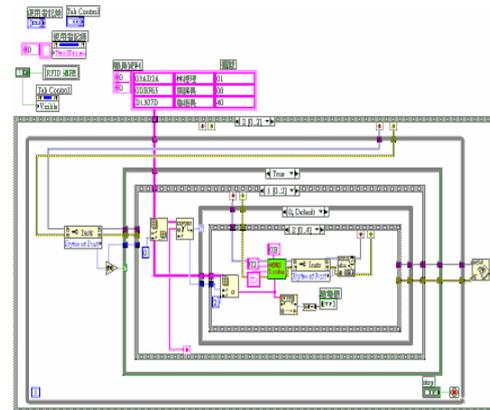
圖六 連接測試

2.6.4 LabVIEW 控制之程式設計

在連接成功後，對於程式須了解如何動作及內部子 VI，並且測試如何控制所附之七顆繼電器。

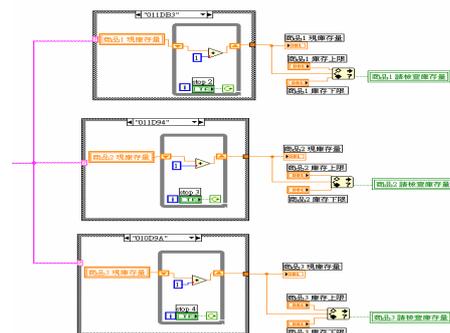
首先對於程式內部做修改預設三組人員進行辨識，將其讀取資料顯示設計面板上。功

能包含三組不同階級人員之辨識，如圖七所示為程式方塊圖：



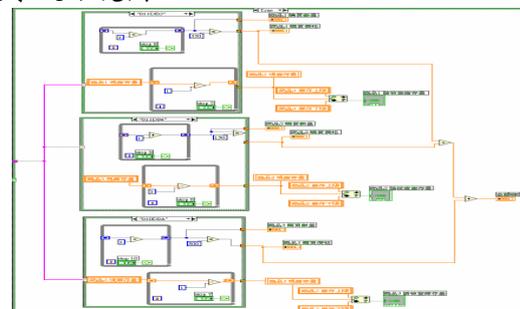
圖七 三組人員辨識程式方塊圖

商品部份必須設定價格與倉儲數量以及進出貨控制，功能包含進出貨控制，若進貨超過以及商品庫存量不足，則開啟警示燈，通知庫存量有異常狀況。如圖八所示為進出貨控制程式方塊圖。



圖八 進出貨控制管理程式方塊圖

完成倉儲部分後，對於所有商品之金額加總，顯示於人機介面上，如圖九所示為金額加總系統方塊圖：



圖九 金額加總系統方塊圖

所有功能接設定完畢後，對於人機介面部分要加以編排、美觀更加人性化。如圖十所示為系統設計完成之人機介面圖：



圖十 系統設計完成之人機介面圖

程式方塊圖與人機介面完成後，最後，也是最重要的一個步驟就是再次連接測試，以瞭解程式設計是否正確無誤。如圖十一所示為程式設計完成之連接測試並對於人員、商品進行判別：

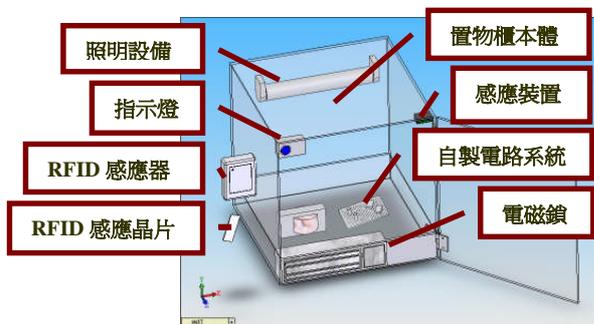


圖十一 程式設計完成之連接測試

2.6.5 硬體部分之設計與製作

硬體部份包含停車場、置物櫃、實驗面版 CI-93003，在硬體部份須符合市面上所需求，並增加其功能性。

基於改善商場置物櫃系統之目的，本研究建構置物櫃系統功能如圖九所示：

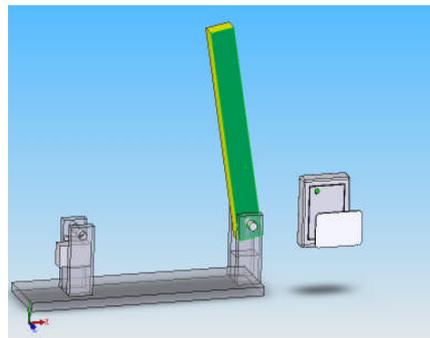


圖十二 置物櫃系統建構圖

2.6.6 停車場系統

停車場部分則利用 RFID 驅動讀取器搭

配 LabVIEW 控制 12V 直流馬達正反轉並控制閘門動作，建構圖如圖十所示：



圖十三 停車場閘門建構系統圖

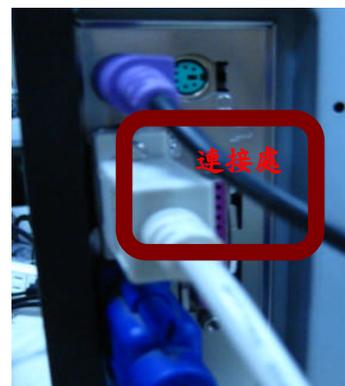
2.6.7 實驗麵板 CI-93003

實驗面版 CI-93003 上包含 LCD 顯示器、七顆繼電器、讀取器、RS-232 介面，必須使實驗面版 CI-93003 與停車場系統、置物櫃系統整合，並作適當連接。如圖十四所示為實驗面版 CI-93003：



圖十四 實驗面版 CI-93003

實驗面版 CI-93003 利用 RS-232 介面與電腦相連結，連結時須注意埠號，實驗面版 CI-93003 連接為 COM1 則電腦需選擇 COM1 作為連接。圖十五為實驗面版 CI-93003 與電腦連接圖：



圖十五 實驗面版連接電腦

2.6.8 實驗定義之 TAG

利用實驗面板所附之十組 TAG 進行定義，如圖十六所示：



圖十六 定義之晶片

分別定義管理人員，管理人員可控制收銀與停車場、置物櫃所發生之臨時狀況，如圖十七所示為管理人員 TAG：



圖十七 定義於管理人員之晶片

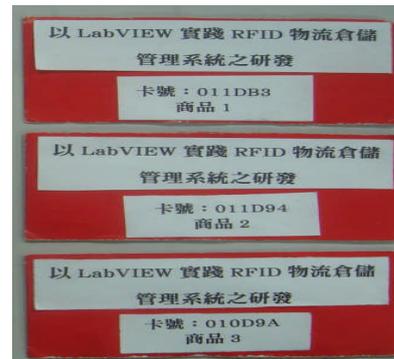
顧客部份定義為，進入購物商場後，可使用置物櫃系統與停車場系統，如圖十八所示為顧客 TAG：



圖十八 定義於顧客之晶片

商品部份定義為，進貨、出貨於庫存量做修正，當進貨超出設定值時，警示燈亮起，提

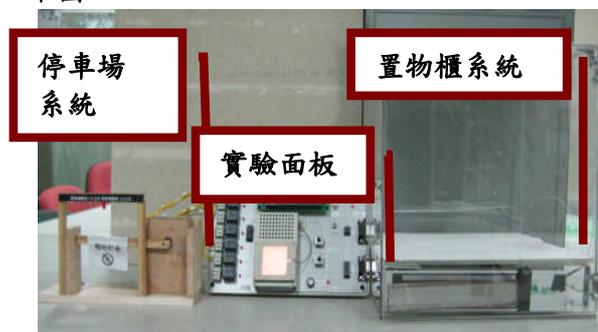
示不在進貨。出貨時，當庫存量不足時，亮起警示燈，提示急需捕獲。定義晶片如圖十九所示：



圖十九 定義於商品之晶片

2.6.9 系統整合完成模組

基於軟體與硬體相互完成設計規劃後，加以連接，連接部份包含實驗面版 CI-93003 至電腦、實驗面版 CI-93003 至停車場系統、實驗面版 CI-93003 至置物櫃系統，以不同的人員控制不同的繼電器，以達到所需要的功能。如圖二十所示為軟、硬體系統整合完成模組成果圖：



圖二十 軟硬體系統整合完成成果圖

2.7 實驗模組發展

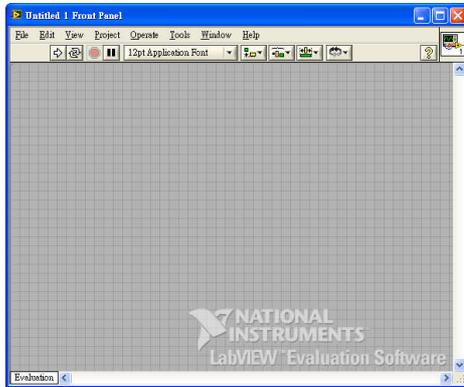
2.7.1 相關知識

根據表七所示可比較出傳統儀器與虛擬儀器之差異性，若使用虛擬儀器，則可以省去大量的成本費用，且更新能力強大，對於日後所必要之相關儀器連結也必有所助益。

2.7.2 實驗設計

一、人機介面之設計：

首先開啟 LabVIEW8.2，並進入人機介面如圖二十一所示：



圖二十一 人機介面

其後利用 View>>Tools Palette 工具來設定，如圖二十二所示：



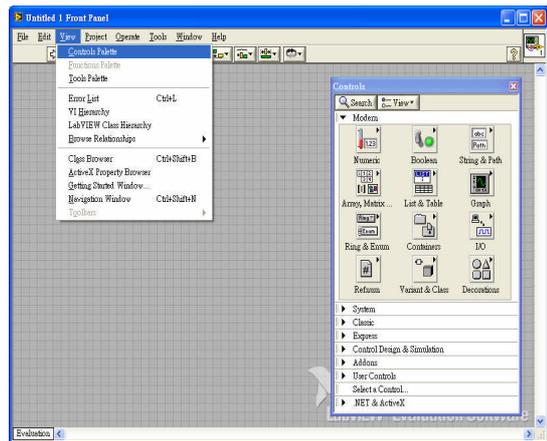
圖二十二 開啟 Tools Palette

對於人機介面美觀部分則使用到著色區塊可依喜好調整顏色，如圖二十三所示：



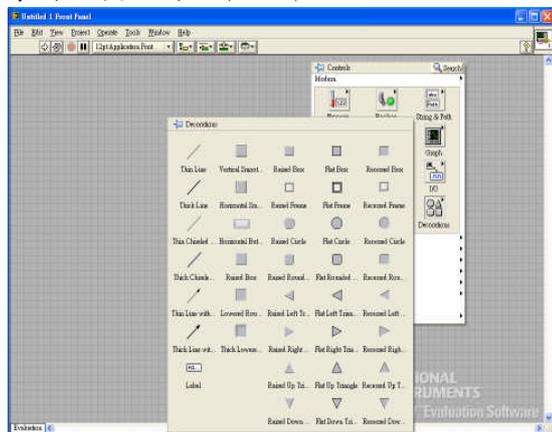
圖二十三 Tools Palette 工具列

而面板部分，則可利用 View>>Controls Palette 來編輯設定如圖二十四所示：



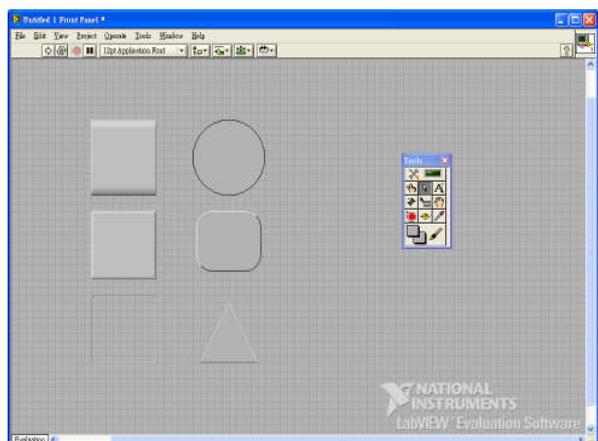
圖二十四 開啟 Controls Palette

利用 Controls Palette 內部的 Decorations 來製作面板如圖二十五所示：



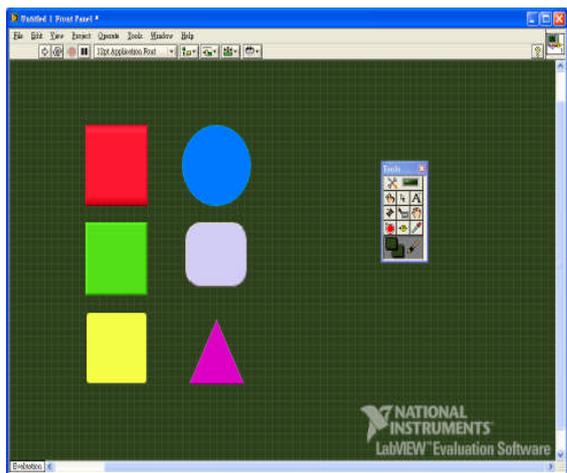
圖二十五 Decorations 工具列

首先在人機介面部分，隨機挑選 Decorations 來設計面板如圖二十六所示：



圖二十六 隨機挑選 Decorations

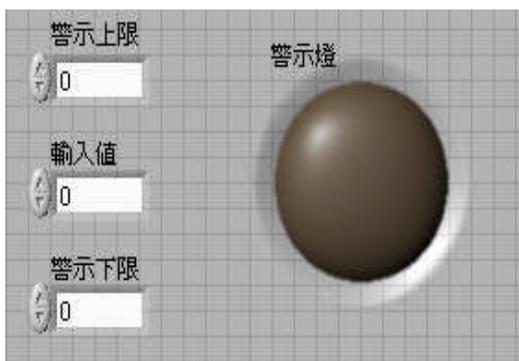
利用 Controls Palette 來修改所需要的色彩，當然背景修改可行性也是有的，修改後如圖二十七所示：



圖二十七 更改人機介面色彩

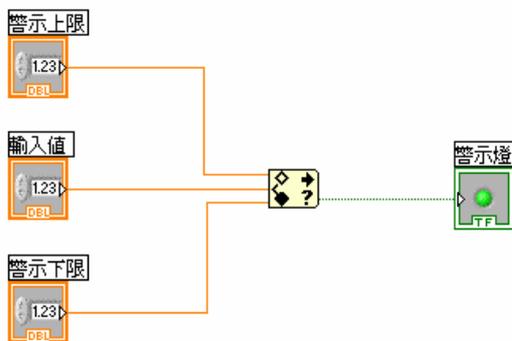
二、警示燈之設計原理及架構：

首先開啟 LabVIEW8.2，並在人機介面上放置三個可輸入之數值框格以及一個警示燈，如圖二十八所示：



圖二十八 警示燈之人機介面

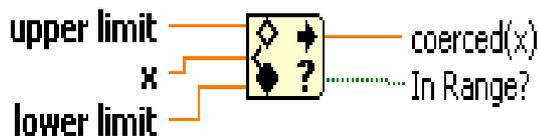
人機介面警示燈完成後，在程式方塊圖部分，接線如圖二十九所示：



圖二十九 警示燈之程式方塊圖

在進出貨部分，若出貨過多則會缺貨，警示燈會亮起。進貨部份若進貨過多則必須通知不再進貨，警示燈也必須亮起。In Range and

Coerce 之用法如圖三十說明：



圖三十 In Range and Coerce 用法

簡單來說 In Range and Coerce 必須設置上下限值，而當輸入為 X 時，利用 In Range and Coerce 來比較，若 X 的值介於上限與下限之間，則可輸出布林數值 1 或 0。

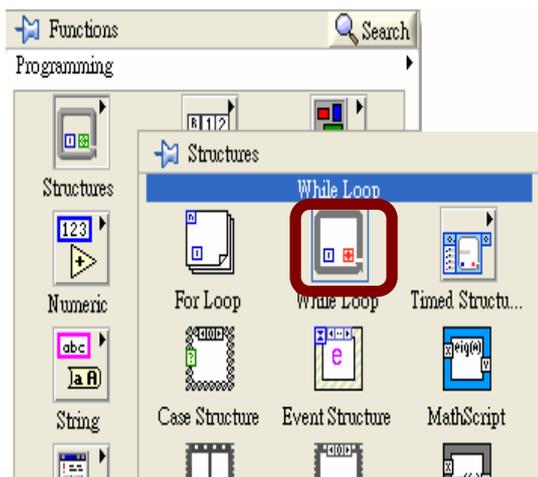
若輸入 X 之值不在設定之上、下限範圍內，警示燈亮起，如圖三十一所示：



圖三十一 警示燈亮起圖

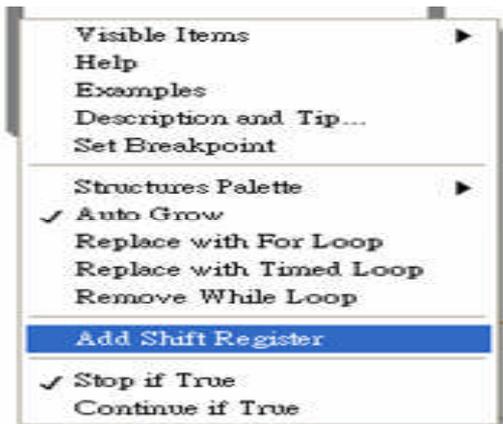
三、Loop 之應用與設計：

首先開啟 LabVIEW 進入程式方塊圖，由 Structures>>While Loop 選擇，如圖三十二所示：



圖三十二 While Loop 之選取

利用 While Loop 在邊框上點選滑鼠右鍵，選取 Add Shift Register 增加其輸入輸出值，如圖三十三所示：



圖三十三 以 While Loop 製作移位暫存器

增加完成後，其顯示之 While Loop 如圖三十所示：



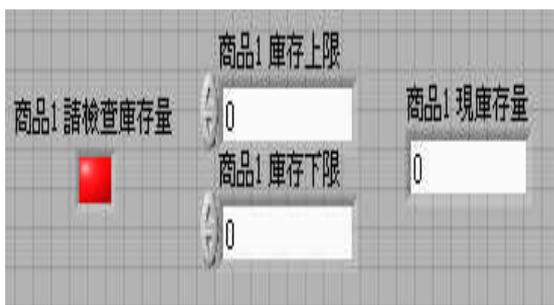
圖三十四 以 While Loop 製作移位暫存器完成圖

移位暫存器包含一對端點，相對位於迴圈垂直邊界的兩端，右端點表儲存剛完成的輸出值，當有新的值出現時，就會將剛儲存的的質移位到左端點，移位暫存器能保持所有資料的形式，如 Numeric、Boolean、String、Array 等資料型態，位移暫存器能依連線到它的最先物件之資料型態做為調適依據。

四、進出貨之設計原理：

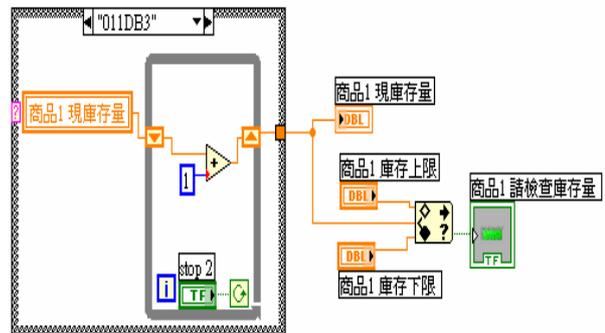
結合 While Loop 製作移位暫存器、Local Variable、Case Structure 與警示燈設計建立進出貨之程式。

設計整合上述之系統元件，其人機介面如圖三十五所示：



圖三十五 元件整合之人機介面

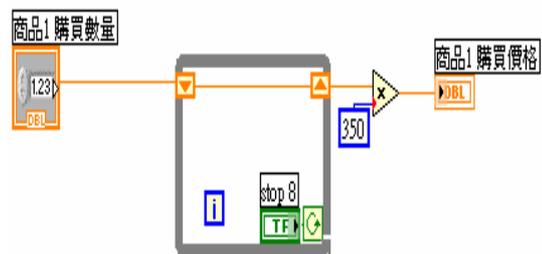
程式設計整合人機介面完成後，程式方塊圖之接線方式如圖三十六所示，請依照圖三十六接線：



圖三十六 元件整合之程式方塊圖接線

五、計算金額設計原理與架構：

首先開啟 LabVIEW 並依照圖三十七所示，設計計算總金額之程式方塊圖，其接線方式如下所示：

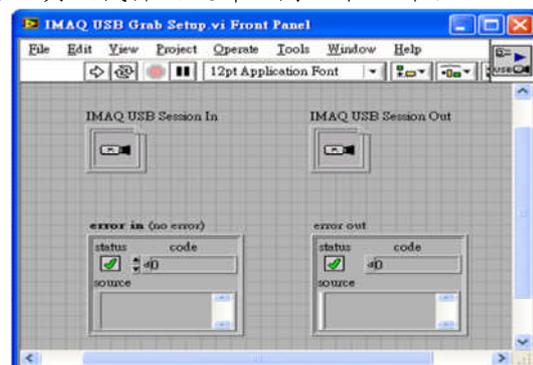


圖三十七 計算金額之程式方塊圖

其動作原理為，當購買數量增加時，預設價格為 350 元，依照購買數量乘上價格結果即為消費金額。

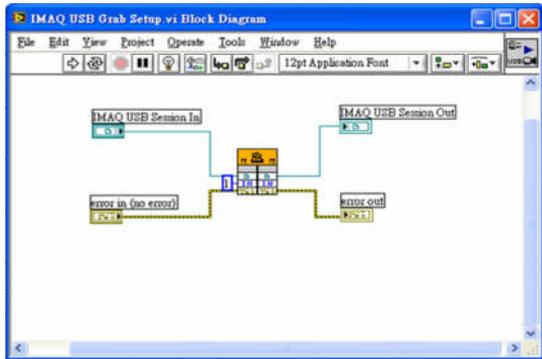
六、監控畫面之設計：

監控畫面部份程式設計 USB 介面處理部份，其人機介面設計如圖三十八所示：



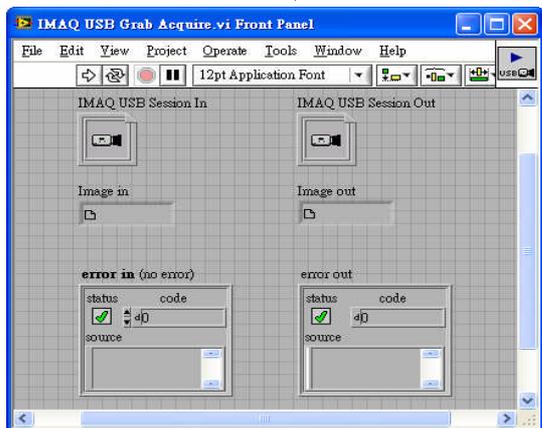
圖三十八 USB 介面處理部份之人機介面

監控畫面部份程式設計 USB 介面處理部份，其程式方塊圖設計如圖三十九所示：



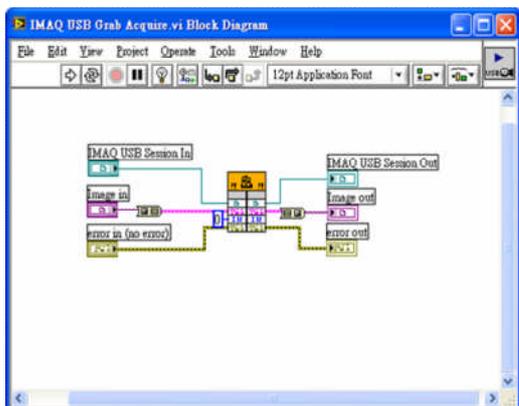
圖三十九 處理部份之程式方塊圖

監控畫面部份程式設計 USB 介面擷取影像部份，其人機介面設計如圖四十所示：



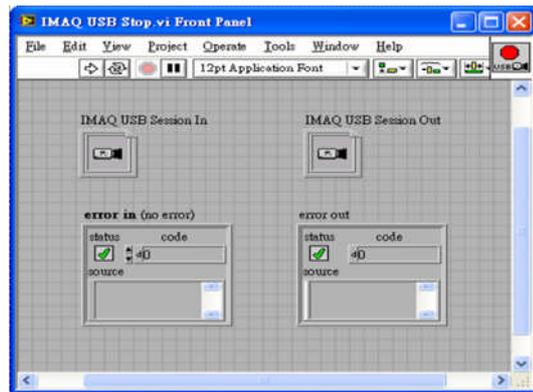
圖四十 擷取影像部份之人機介面

監控畫面部份程式設計 USB 介面擷取影像部份，其程式方塊圖設計如圖四十一所示：



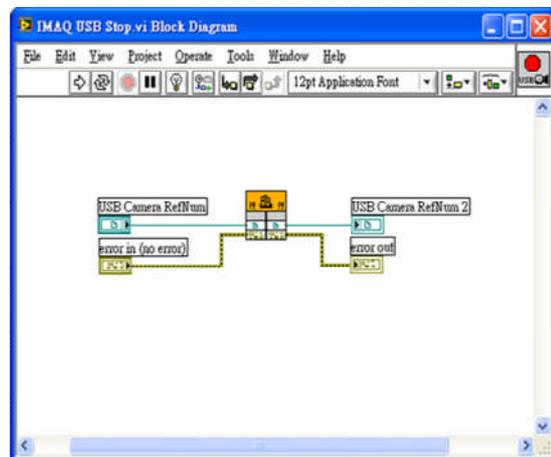
圖四十一 擷取影像部份之程式方塊圖

監控畫面部份程式設計 USB 介面停止部份，其人機介面設計如圖四十二所示：



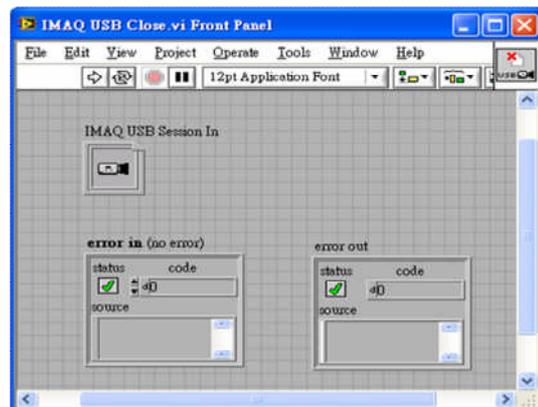
圖四十二 USB 介面停止部份之人機介面

監控畫面部份程式設計 USB 介面停止部份，其程式方塊圖設計如圖四十三所示：



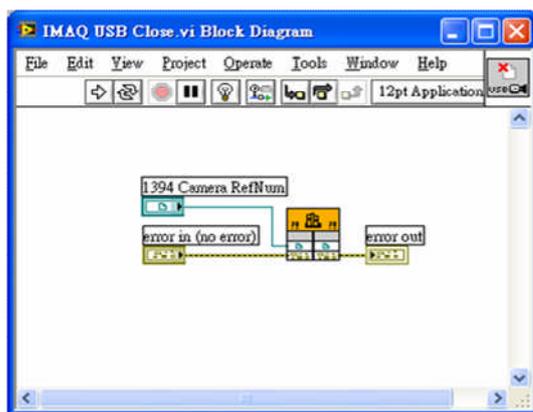
圖四十三 停止部份之程式方塊圖

監控畫面部份程式設計 USB 介面偵錯部份，其人機介面設計如圖四十四所示：



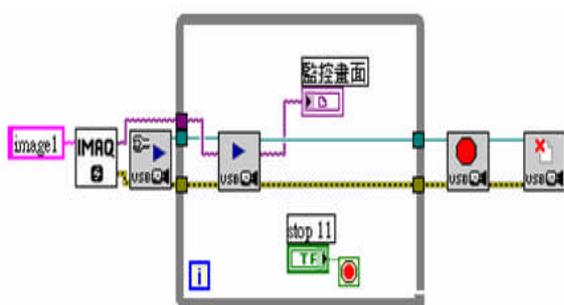
圖四十四 偵錯部份之人機介面

監控畫面部份程式設計 USB 介面偵錯部份，其程式方塊圖設計如圖四十五所示

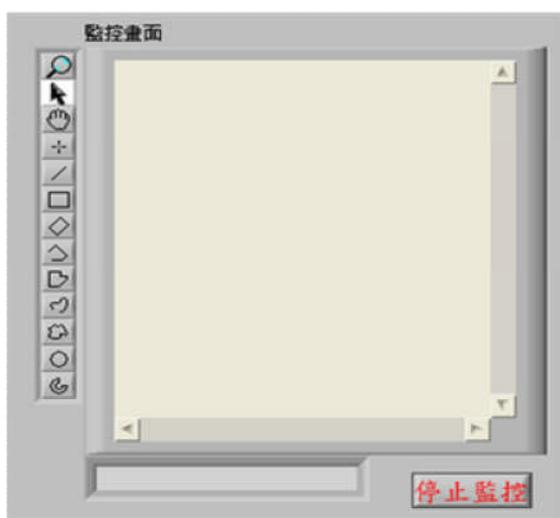


圖四十五 偵錯部份之程式方塊圖

於上述之 USB 介面各項功能定義後，依照 USB 介面之介面處理、影像擷取、介面停止與介面偵錯等功能，依照人機介面與程式方塊圖設計後，將個別之程式製作成 VI 子程式，其後根據圖四十六之程式方塊圖設計接線，其人機介面圖顯示如圖四十七。



圖四十六 監控畫面之程式方塊圖



圖四十七 監控畫面之程式方塊圖

3. 結論

本研究進行虛擬儀器人機介面之開發，並對於人機介面做人性化之設計。於實體模組部分，進行系統架構整合。

本研究設計出一套以虛擬儀器結合 RFID 辨識技術應用於商場之模組。本研究所研發之模組，於購物商場領域，若能將 RFID 技術與虛擬儀器相結合，取其優點相輔相成，並改善傳統購物商場使用條碼辨識之不便，大幅提升效率與辨識安全性，對於日後各項相關領域所需，將有極大程度之貢獻。

本研究之研究成果，將可作為大專院校虛擬儀器及 RFID 相關技術內容安排之參考資料。於購物商場領域更是一項重大技術突破，此研究結果將可大幅降低資金、人力、物力之成本，並大幅提升購物商場之效率與安全性。

本研究最終以實體呈現，其功能已大幅改善今日商場物流以及人員管理之系統。以 RFID 讀取技術結合虛擬儀器，相較於今日之商場物流系統，除更新快速、功能可自行定義、低廉的維修困難度與費用、設備價格便宜外，與其他相關技術也可輕易之整合，基於上述之優勢將可大幅提升商場物流之便利性，此舉將可大幅縮短貨品交易時間，並增加其運輸速度，大幅降低成本與時間。

4. 參考文獻

- [1] 刁建成(2005)，原理與應用(RFID)。全華科技圖書股份有限公司。
- [2] 方世榮、劉晏任、白淑惠著(2000)，當代物流管理，理論與實務。
- [3] 王貳瑞、蔡登茂、侯君溥，物流管理。高立圖書股份有限公司。
- [4] 朱耀明、林財世，淺談 RFID 無線射頻辨識系統技術，生活科技教育月刊，38：2(2005)，p. 73-87。
- [5] 余顯強，圖書館導入無線射頻識別應用之研究，教育資料與圖書館學 42:4(2005)：p. 509-522。
- [6] 林俊宏、莊智元、韓威如、蕭子健，LABVIEW 7x。高立圖書有限公司。
- [7] 林踐(1998)，LabVIEW 入門手冊。凡異出版社。
- [8] 周靜娟、吳明瑞、顏培仁，圖控程式與自動量測。全華科技圖書股份有限公司。

- [9] 周靜娟、吳明瑞、顏培仁 (2004), 圖控程式與自動量測—使用 LabVIEW 7. X。台北：全華。
- [10] 姚凱超、丁建中、曾榮泓, 以虛擬儀器實踐電動機控制技術。2007 資訊科技應用學術研討會。CD B3-9, July, 2007。
- [11] 姚凱超、邱光良, 虛擬示波器遠端監控技術之應用與實踐。第十六屆國防科技學術研討會, Nov. , 2007。
- [12] 姚凱超、丁建中、曾榮泓, 單一量測端多功能虛擬數位電表之設計與實踐, 2007 第三屆全國電子設計創意競賽論文集, pp. 134 ~ pp. 140, April, 2007。
- [13] 高志成、王順忠 (2000), 電子實習。台北：全華。
- [14] 陳宏宇 (2005), RFID 系統入門-無線射頻辨識系統。松崗電腦圖書股份有限公司。
- [15] 陳宏宇 (2004), RFID 系統入門：無線射頻辨識系統，台北市：文魁資訊。
- [16] 黃昌宏 (2003), RFID 無線射頻識別標識系統的探討(上)。印刷新訊, 49 (2003), 7-9。
- [17] 黃昌宏 (2003), RFID 無線射頻識別標識系統的探討(下)。印刷新訊, 50 (2003), 4-7。
- [18] 張厚生、王啟云, 圖書館服務的無線技術—RFID 應用，大學圖書館學報, 1 (2004), p. 56-59。
- [19] 張倫, 設施規劃，高立圖書股份有限公司。
- [20] 張稜雪, RFID 在圖書館的應用，國立臺灣大學醫學院圖書分館館訊, 74 (2004), p. 18-19。
- [21] 張義強、吳谷、游戰青、劉克勝 (2006), 無線射頻辨識技術(RFID)歸劃與實施。全華科技圖書股份有限公司。
- [22] 溫榮宏 (2006), 無線通訊技術與 RFID (第二版)。全華科技圖書股份有限公司。
- [23] 惠汝生 (2004), LabVIEW 7.1 圖控程式應用—含自動量測及硬體應用。全華科技圖書股份有限公司。
- [24] 惠汝生 (2006), LabVIEW 8. X 圖控程式應用 (附系統、範例光碟片)。全華科技圖書股份有限公司。
- [25] 葉明貴 (2006), 無線射頻辨識技術(RFID)歸劃與實施。全華科技圖書股份有限公司。
- [26] 鄭同伯 (2004), RFID EPC 無線射頻辨識完全剖析。博碩出版社。
- [27] 蕭子健、周森益、鄭博修、林佩瑜、黃欽章 (2000), LabVIEW 分析篇。台北：高立。
- [28] 蕭子健、王智昱、儲昭偉 (2005), 虛擬儀控程式設計—LabVIEW 7X。台北：高立。
- [29] 蕭子健、儲昭偉、王智昱 (2001), LabVIEW 進階篇。台北：高立。
- [30] 蕭子健、儲昭偉、王智昱 (2001), LabVIEW 基礎篇。台北：高立。
- [31] Benton, J.S., “Virtual Instrument Measures Harmonic Filter Duty,” IEEE
- [32] David, Philip, Edith, “Designing & Managing the supply chain”.
- [33] Del Rio, E. Trullols, A. Manuel, J. Mendez, G. Prados, R. Palomera., “ELVIS. A New Tool for Teaching and Training”, IMTC 2004 - Instrumentation and Measurement Technology Conference, Como, Italy, May 18-20.2004.]
- [34] H. J. W. Spoelder, “Virtual Instrumentation and Virtual Environments”, IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, Vol. 2, No. 3, Sept. 1999, pp. 14 —19.
- [35] House, R., “Choosing the Right Software for Data Acquisition”, IEEE Spectrum Vol. 32, No. 5, May 1995, pp. 24 -26, 28-32, 34-9.
- [36] Hess, E. (2004). “Inside An RFID Pilot Project,” Integrated Solutions, September.
- [37] Janz, B.D., M.G. Pitts, and R.F. Otondo. (2005). “Information Systems and Health Care II: Back to the Future with RFID: Lessons Learned –Some Old, Some New,” Communications of the Association for Information Systems, (15):132-148.
- [38] Kai-chao Yao, “Building PC - base Virtual Signal Generator by Using Labview and XR-2206” Journal of Industrial Education and Technology, Vol. 31, pp.139 ~ pp.152, June, 2007.
- [39] Klaus Finkenzerler, “RFID Handbook - Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification”, Wiley, 2003, Chapt.1, 2, 13

- [40] Le-Pong Chin, Chia-Lin Wu, "*The Role of Electronic Container Seal (E-Seal) with RFID Technology in the Container Security Initiatives*", Proceedings of the 2004 International Conference on MEMS, NANO and Smart Systems, Aug, 2004, pp. 116-120.
- [41] National Instruments, "*LabVIEW User Manual*," Jan 1998.
- [42] National Instruments, "*LabVIEW Analysis Concepts*," 2000.
- [43] National Instruments, "*LabVIEW Basics course Manual 6th*," 2001.
- [44] Ngai, E.W.T., T.C.E. Cheng, S. Au, and K.H. Lai. (2005). "*Mobile Commerce integrated with RFID Technology in a Container Depot*," Decision Support Systems, in press.
- [45] P. H. Taylor, "*How Teachers Plan Their Courses: Studies in Curriculum Planning*" (Slough, Berkshire, England: National Foundation for Educational Research in England and Wales, 1970).
- [46] Roblyer, M. D. & Edwards, J., (2000). "*Integrating educational technology into teaching*," (2nd ed). USA: Prentice-Hill.
- [47] S. Nuccio, "*A Digital Instrument for Measurement of Voltage Flicker*," IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, pp.281 – 284, 1997.
- [48] Saylor, J. G., Alexander, W. M., & Lewis, A. J. (1981). "*Curriculum Planning: For Better Teaching and Learning*", 4nded. New York: Holt, Rinehart & Winston, 3-8.
- [49] Foster, K.R., "*New Math for LabVIEW*", IEEE Spectrum, Vol. 34, No. 6, June 1997, pp. 66-66.
- [50] Won-Ju Yoon, Sang-Hwa Chung, Hyun-Pil Kim, and Seong-Joon Lee, "*Implementation of a 433 MHz Active RFID System for U-Port*", Proceedings of the 9th International Conference on Advanced Communication Technology, Vol. 1, Feb, 2007, pp. 106-109.