架構導向物品監控系統模型之研究

Architecture-Oriented Object Monitor System Model

韓孟麒 副教授
德明財經科技大學 資訊科技系
harn@takming.edu.tw

楊鈞甯 陳建銘 蔡昀逸
德明財經科技大學 資訊科技系
{tracy771028@hotmail.com leo30134@hotmail.com ray1988t@yahoo.com.tw}

摘 要

本研究的目的，在於解決建置物品監控系統(Object Monitor System)時，無法有效架構整個系統及整合相關系統構件(System Component)的問題。過去在建置物品監控系統的過程中，沒有一個非常實用的建置方法論，因此浪費了許多的人力與時間，透過本研究的物品監控系統模型(Object Monitor System Model)，我們可以快速地架構及建置物品監控系統。

由於本研究所建置的物品監控系統，乃是以ZigBee技術為基礎，將其相關系統構件整合起來，由於系統整合十分簡單，因此所花費的建置時間也相對的減少；又由於相關系統構件十分輕巧，且容易搬運，所以可以配合場地環境的變化，快速地做出佈置應變方案。

本論文係用「結構行為合一」方法論開發出一個便利且擁有即時追蹤功能的物品監控系統，在日常管理或是發生異常狀況時，管理者可透過系統，追蹤到最新狀況，並利用取得的資訊加以分析，給予即時的協助。

關鍵詞：ZigBee 技術、物品監控、無線傳輸、SBC 架構

一、 緒論

1.1 研究動機與目的

由於社會的安全意識日漸提升，又隨著資訊科技的快速發展，人們對所屬物件的安全性和效率性要求越來越高，所以物品監控衍生的相關問題逐漸被重視。目前無線寬頻網路的普及和快速發展，已讓無線網路結合生活的夢想，得以實現。所以要讓科技快速融入日常環境之中，安全系統走向智慧化應用，就成為技業者當前首要發展的方向。

本研究乃利用先進的電腦及網路通信技術，提供自動監控、即時回報和快速搜尋的安全機制，對物品監控設計出管理的行為，讓個人重大財產的安全能有效保護。目前學界與業界出現的問題是沒有一個很好的方法論，能快速地規劃、建構與維護一個物品監控系統(Object Monitor System)。本研究的目的，就是聚焦於解決物品監控系統建置時，無法有效架構整個系統，及整合相關系統構件的問題。

1.2 研究背景

在現今科技環境中，無線感測網路(Wireless Sensor Network, WSN)應用發展十分迅速，但最容易被大眾詬病的問題就是安全；因此安全的物品監控，為眾多使用者需求中最為重要的議題。目前社會大眾，以保全系統或監視系統來防範竊盜，就成為一種趨勢。由於目前治安逐漸惡化，如何有效運用資通訊技術來協助安全管理，成為產管學研界研究的重點。

按照世界有名的研究機構Frost & Sullivan估算，安全監控產業每年仍會以10%～13%的幅度成長；In-Stat更預估2014年全球安全監控設備產值將達150億美元[1]，可為通訊、電子、軟體業帶來許多商機。根據產業分析師表示，消費者對於安全監控設備的關鍵在於「服務」，若安全監控業者能夠再提高保全監控對消費者的整合性服務能力，並加強監控與通報的服務品質，不斷提升環境的相關服務應用情境，將會帶動台灣安全監控市場的潛力商機。整體而言，安全監控產業的需求，已經隨著科技整合及社會安全需求而擴大。ZigBee監控系統相當適合於建置成本較低、使用者眾多，或是使用空間大、設備種類多且數量龐大的地方，有這樣使用背景，促使了ZigBee監控系統市場具有相當程度的潛力。

本研究採用了中山大學資管系趙善中博士所發明的「結構行為合一」論(Structure-Behavior Coalescence, SBC)，去架構物品監控系統。SBC強調的是系統的「結構行為合一」，即系統的架構＝結構+行為(Architecture = Structure + Behavior)。SBC是藉助「SBC架構描述語言」(Structure-Behavior Coalescence – Architecture Description Language, SBC-ADL)來描述系統，它律定了六大架構圖，稱之為「SBC架構框架」(Structure-Behavior Coalescence – Architecture Framework, SBC-AF)，即：架構階層圖(Architecture Hierarchy Diagram)、框架圖(Framework Diagram)構件操作圖(Component Operation Diagram)、構件連結圖(Component Connection Diagram)、結構行為合一圖(Structure-Behavior Coalescence Diagram)及互動流程圖(Interaction Flow Diagram)等。

SBC可以表達物品監控系統的多重觀點(Multiple Views)，這個特性，能夠恰到好處地驗證本研究的方法，可以有效地解決架構整個系統及整合相關系統構件的問題。因此，本研究係以架構導向(Architecture-oriented)來架構物品監控系統，並加以描述與表達。

本研究的物品監控技術，圍繞在 ZigBee 領域。ZigBee 技術具備了無線傳輸、省電、可靠、成本低、時間延遲短、網路容量大和安全的優點。我們利用 ZigBee 技術中無線傳輸及省電的優點，在建構時，可以替代電源線與訊號線的配置。本研究的物品監控系統，可以有效應用於掌控物品的數量、物品的識別與物品的定位等資訊，這些資訊的獲得，將有助於物品監控品質的提升；尤其是系統可以準確地定位出物品所在的位置，讓監控者可以追踪物品的流向，防止物品的失竊。

二、 ZigBee相關技術探討

ZigBee 的命名，源自於蜜蜂在發現花粉時，展現如同ZigZag 形狀的舞蹈。看似隨意在跳的字形舞，實際上是將有花和蜂蜜的地方，正確地傳達給其他蜜蜂同伴。2002年ZigBee聯盟成立，既鎖定無線化的自動控制系統與設備市場，而定義出簡單、成本低，又容易實現的無線通訊標準[2]。ZigBee是由IEEE802.15.4所制定的規格，是一種短距離(一般100公尺以內)、低傳輸率(250 kbps)、架構簡單以及低功率之無線通訊技術，它採用了三種頻段，包括全球的2.4GHz ISM頻段、歐洲的868MHz 頻段，以及美國的915MHz頻段。

ZigBee係以無線、低耗電、具有彈性的網路及最低成本見長，最多同時可支援6萬5千個節點，尤其在低耗電的表現更是出色，專為低成本多節點的低耗能網路所設計，一個ZigBee的節點可以使用2年無須更換電池，促使它在眾多的控制技術中可以脫穎而出，如表1所示[3]。

表1 無線技術之特性[3]

	IEEE 802.11b	Bluetooth	ZigBee
電源持續單位	小時	天	年
開發複雜度	非常複雜	複雜	簡單
節點數	32	7	65536
建立連線速度	3 秒	10 秒	30ms
傳輸距離	100m	10m	70m～300m
漫遊	可	不可	可
資料傳輸率	11Mbps	1Mbps	250Kbps
安全性	SSID	64bit, 128bit	128bit AES and key define

三、研究方法

本研究採用了架構導向法及實物佈建法，先以架構導向法整合所有ZigBee相關構件，再以實物佈建，驗證其可行性。

3.1 架構導向法

本研究所進行的架構導向物品監控系統模型(Architecture-Oriented Object-Security System Model, AOOSSM)設計，乃採用SBC架構方法論，並以SBC架構框架(SBC-AF)及SBC架構描述語言(SBC-ADL)作為工具。本研究首先以SBC架構框架第一層作設計，找出在物品監控安全性研究範圍內的重要系統構件，藉由系統構件與系統構件之間或與外部使用者之間的互動，建構出整合模型，來描述與表達物品監控安全性的多重觀點。

架構導向物品監控系統模型為一個整合模型，包括了AOOSSM架構階層圖、AOOSSM 框架圖、AOOSSM構件操作圖、AOOSSM 構件連結圖、AOOSSM 結構行為合一圖、AOOSSM 互動流程圖；整個AOOSSM 整合模型的實作設計，如下實務佈建法所述[4]。

3.2 實物佈建法

我們將每一個實體物品暗地裝了一個ZigBee Tag標籤，並統稱之為一個Node。系統所監控的相關實體物品被非法移動時，裝置在物品上的ZigBee Tag標籤一旦離開定點，此Node就會發出訊號傳回給監控中心的電腦，監控者可利用定位的功能來進行物品追蹤。由於ZigBee技術會受到鋼筋建材的影響，產生訊號消減或者接收不到的情形，所以在走道轉角處都會放置一個Router來接收所對應Node發出的訊號。之後再將訊號傳回給監控中心的Reader，訊號會依據距離的遠近慢慢減弱；因此，在Router接收主體與發送主體之間加長傳輸線來傳導，以拉長可傳輸的距離，使得傳遞範圍更廣。

本研究之訊號傳遞的方式為：ZigBee Tag標籤離開定位處 → Node發出訊息傳至對應的Router → Router再將訊號送到Reader → 由Reader回傳給PC端Gateway，本研究相關硬體支援如表2所示。

表2 相關硬體支援

硬體裝置	功能
ZigBee Tag	主動式標籤，每3-4秒打一次封包
Router	當所管轄區域之Node點透過Router將訊號送到接收端
Reader	將蒐集的訊號轉換後回傳主機
PC端Gateway	將接收的訊息轉成即時追蹤資料

四、架構導向物品監控系統模型(AOOSSM)

4.1 AOOSSM架構階層圖

監控系統包羅萬象，從最早軍事用途到電子地圖，又到現今最流行的汽車定位、老人小孩協尋等，其設計看似簡單，但實際的監控系統的監控行為流程體系十分複雜。本研究乃透過物品監控系統，實際直接面對竊取者所形成的防護體系來研析，讓原本模糊不清的監控行為流程體系，變的簡

單清楚，且易於解讀。首先從SBC架構框架所衍生的鑽石模式，來思考物品監控系統所包含四個構面間的互動關係，其中組織結構及科技(包括軟體、硬體、設備等)為結構觀點，人員(包括技能、動機與合作等)、任務(包括流程與專案等)為行為觀點。組織結構及科技部分，採重點式內容設計為主。

AOOSSM架構階層圖之分解過程，如圖1所示。第一層的分解是以物品監控的專業性來分解，接著將儀器設備依用途來分解，最後將電腦系統依資訊系統分類再分解。可以分解出：「管理人員」、「安裝人員」、「安全人員」、「監控人員」、「維護人員」、「物品標籤」、「節點位置」、「路由器」、「接收端」、「閘道器」、「登入系統」、「追蹤系統」、「紀錄系統」、及「警示系統」等共14個系統構件(以下簡稱構件)，並可以看出物品監控防護是由3個階層組合而成的。

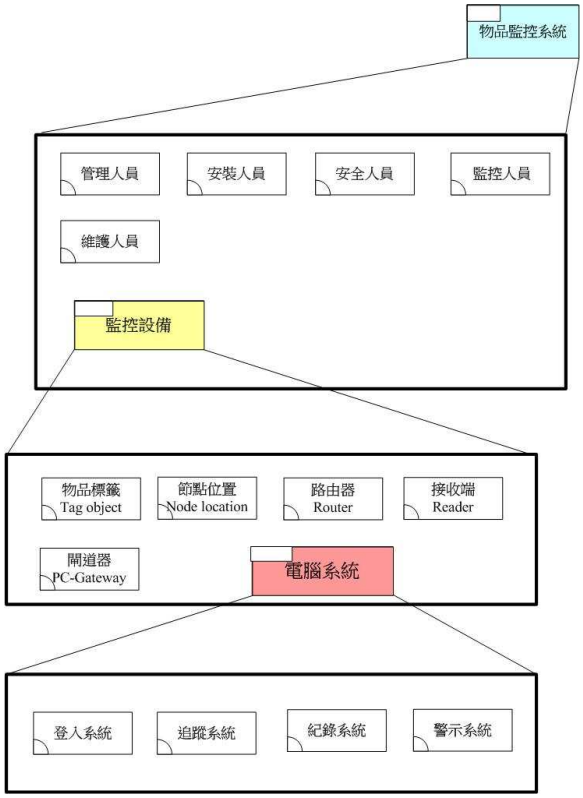

圖 1 AOOSSM 架構階層圖

4.2 AOOSSM框架圖

由圖1所示，可知AOOSSM架構階層圖分解出的構件是將構件重新組合在不同階層，又如圖2所示，顯示AOOSSM框架共有三層，分別為：監控人員層(即組織)、儀器設備層(即硬體)、電腦系統層(即軟體)，每一層的構件沒有重覆，且為結構觀點之一。

4.3 AOOSSM構件操作圖

我們經由圖1及圖2分解及組合找到所需的構件後，再分析各個構件在物品監控系統的角色、功能、業務或權責等。其目的是要從結構面來整合其他觀點，而其他觀點指的是現行相關法規及組織所規定的職務權責，或相關設備及系統功能，也包括了溝通訊息、表單或報表等資料。換言之，從結構觀點將分散的觀點整合起來；即將上述14個構件逐一檢視、分析與整理出其他觀點，並加以整合，包括了：操作名稱、輸入參數名稱及輸出參數名稱等。因此我們即可得到AOOSSM構件操作圖，每一項構件對應不同行為，以構件「管理人員」為例相對應的行為就有「接收訊息」、「下達指令作業」、「解除警報作業」三種行為，如圖3及表3所示，其餘構件之則依此類推。

圖 2 AOOSSM 框架圖

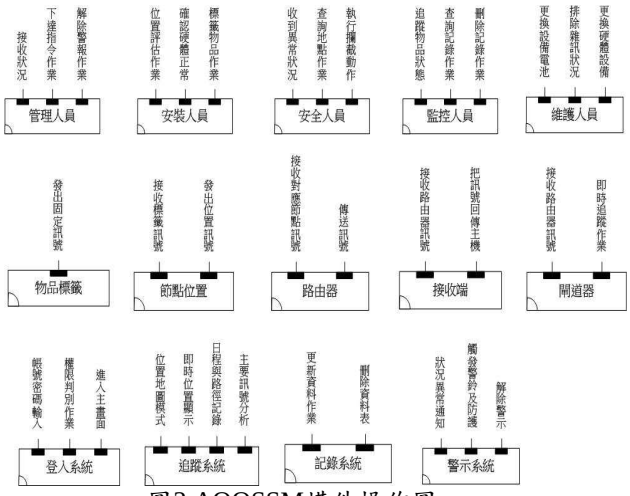

圖3 AOOSSM構件操作圖

表3 AOOSSM構件操作參數整理表

構件名稱	操作名稱	輸入參數	輸出參數
管理人員	接收狀況 下達指令作業	狀態判斷 指令需要	指令下達

	解除警報作業		
安裝人員	位置評估作業 確認硬體正常 標籤物品作業	評估位置 狀態檢視	位置確認 狀態確認
安全人員	收到異常狀況 查詢地點作業 執行攔截動作	查詢地點 攔截動作	確認物品 歸還物品
監控人員	追蹤物品狀態 查詢記錄作業 刪除記錄作業	訊號位置 記錄查詢 刪除許可	位置確認 記錄確認 刪除確認
維護人員	更換設備電池 排除雜訊狀況 更換硬體設備	電力狀況 設備狀況 雜訊狀況	電力正常確認 設備正常確認 雜訊排除確認
物品標籤	發出固定訊號	—	輸出固定訊號
節點位置	接收標籤訊號 發出位置訊號	接收訊號	輸出訊號
路由器	接收節點訊號 傳送訊號	接收訊號	輸出訊號
接收端	接收路由訊號 訊號回傳主機	接收訊號	回傳主機
閘道器	接收路由訊號 即時追蹤作業	接收訊號	解讀訊號
登入系統	帳號密碼輸入 權限判別作業 進入主畫面	身分權限 系統單	身分確認
追蹤系統	位置地圖顯示 即時位置顯示 日程路徑記錄	即時資料 變更位置	資料確認
紀錄系統	更新資料作業 刪除資料	歷史資料	資料檢視
警示系統	狀況異常通知 觸發警鈴防護 解除警示	異常資訊 警示判斷	異常檢視 警示解除許可

4.4 AOOSSM構件連結圖

AOOSSM構件連結圖是從結構觀點來看一個系統，將系統內構件與構件及構件與外界環境做連結。連結後我們進一步可導出每個行為是由哪些結構重覆連結而成，進而設計AOOSSM構件連結圖。如圖4所示，小偷與管理者可以和管理人員、安裝人員、安全人員、監控人員、維護人員之間有直接連結，而物品監控系統內部構件連結也一一被呈現出來；因此，結構觀點就更清晰可見。

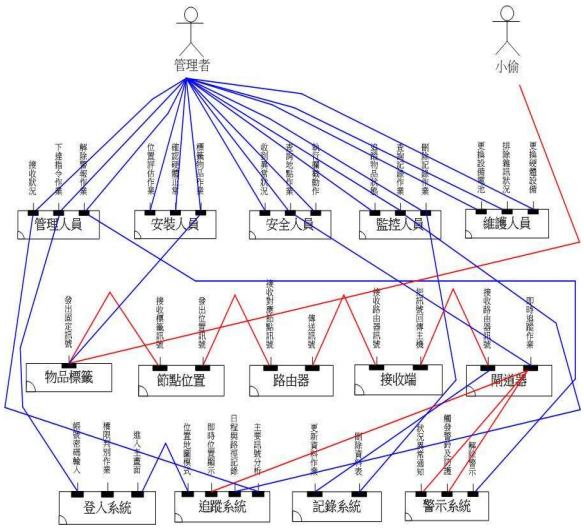

圖4 AOOSSM構件連結圖

4.5 AOOSSM結構行為合一圖

由於物品監控系統是透過團隊合作共同形成的，我們根據物品監控所涵蓋的環節，從中找出幾個在物品監控常見的位置部屬行為及防護竊取行為，分別為；「監控位置佈點行為」、「設備異常維護行為」、「檢視歷史記錄行為」、「物品離開安全區行為」、「破壞物品標籤行為」等5個行為。設計出的AOOSSM結構行為合一圖，如圖5所示。

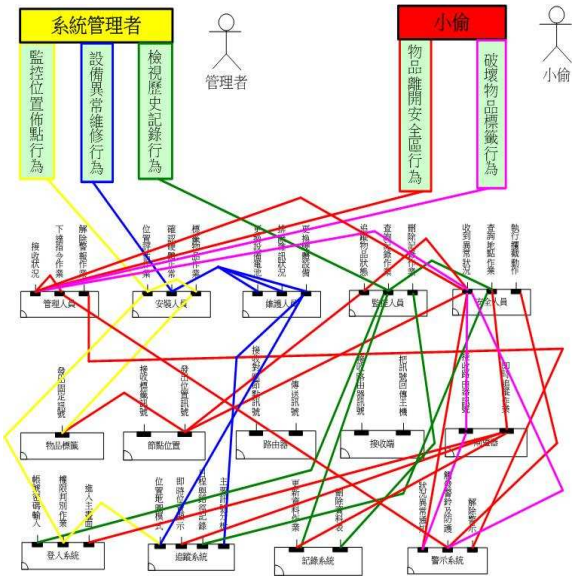

圖5 AOOSSM結構行為和一圖

AOOSSM結構行為合一圖可以同時呈現結構觀點與行為觀點，從圖5中可知結構之間一連串的連結順序，就是行為互動的順序。也就是說，每個行為都有結構來支援，而不是只講功能或流程，導致實際運作的結構無法搭配。因此，我們首先要從結構找到監控防護行為，或是監控防護行為依附在結構上，接著將散落的流程加以整合在結構與行為觀點裡[5]。

4.6 AOOSSM互動流程圖

AOOSSM互動流程圖主要是從行為觀點來看，詳細描述每一個行為其外界環境、構件之間互動順序及過程中所傳遞的訊息、資料、物質或能量等。對於物品監控而言，因為不同人講同一件事，卻有多種說法，也就是必須依靠經驗。而一般流程圖也只能呈現出單一決策觀點且沒有對應結構支援，容易造成流程理想完美，而實際運作有落差的窘境。AOOSSM互動流程圖最重要的是有能力整合散落的其他觀點，表達出多重觀點，也就是說有能力可以將經驗標準化，這樣不同人講出同一個監控物品行為會是一致的，且有共同依據。

AOOSSM互動流程圖的設計方法是將AOOSSM結構行為合一圖中的5個物品監控系統行為，繪製出5個互動流程圖，詳細描述出物品監

控系統行為在互動過程中結構的操作連結順序，及其所攜帶的輸入與輸出參數。所謂的參數係指其他觀點，是可以對應到現行已存在的文件，包括溝通訊息、表單或報表資料等，以下將逐一說明。

一、「監控位置佈點」行為的互動流程圖，如圖6所示，說明如下：

1. 首先，外界環境「管理者」與構件「安裝人員」發生「硬體安裝作業」操作的互動，帶著輸入參數「節點位置」的互動。
2. 接著，構件「安裝人員」與構件「物品標籤」發生「安裝標籤」操作的互動，帶著輸入參數「確認物品設置標籤」的互動。
3. 構件「物品標籤」與構件「登入系統」發生「權限判斷作業」操作的互動，帶著輸入參數「設置許可」的互動。
4. 構件「登入系統」與構件「追蹤系統」發生「位置地圖變更」操作的互動，帶著輸入參數「變更資料確認」的互動。

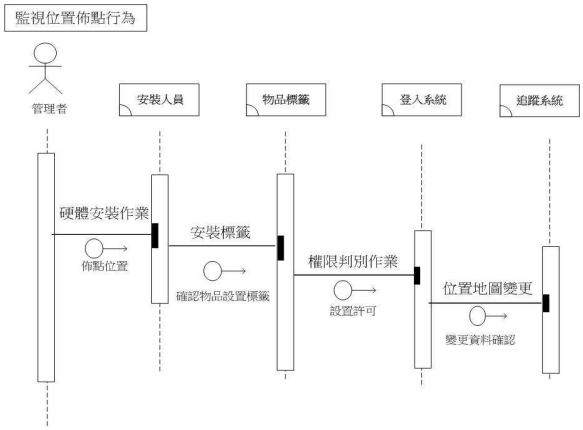

圖6 「監視位置佈點」行為互動流程圖

二、「設備異常維修」行為的互動流程圖，如圖7所示，說明如下：

1. 首先，外界環境「管理者」與構件「安裝人員」發生「硬體狀態檢查」操作的互動，帶著輸入參數「狀態確認」的互動。
2. 接著，構件「安裝人員」與構件「維護人員」發生「更換硬體設備」操作的互動，帶著輸入參數「更換確認」的互動。
3. 構件「維護人員」與構件「閘道器」發生「啟動所有設備」操作的互動，帶著輸入參數「硬體確認」的互動。
4. 構件「閘道器」與構件「追蹤系統」發生「訊號傳遞測試」操作的互動，帶著輸入參數「訊號輸入」的互動。
5. 外界環境「管理者」與構件「維護人員」發生「排除雜訊狀況」操作的互動，帶著輸入參數「標籤訊號輸入」的互動。
6. 然後，構件「維護人員」與構件「追蹤系統」發生「確認硬體作業」操作的互動，帶著輸入參數「測試狀態」的互動，並回應輸出參數「回傳訊號狀況」。
7. 然後，外界環境「管理者」與構件「維護人員」發生「更換設備電池」操作的互動，帶著輸入參數「電池安裝」的互動。
8. 最後，構件「維護人員」與構件「追蹤系統」發生「確認硬體作業」操作的互動，帶著輸入參數「測試狀態」的互動，並回應輸出參數「回傳訊號狀況」。

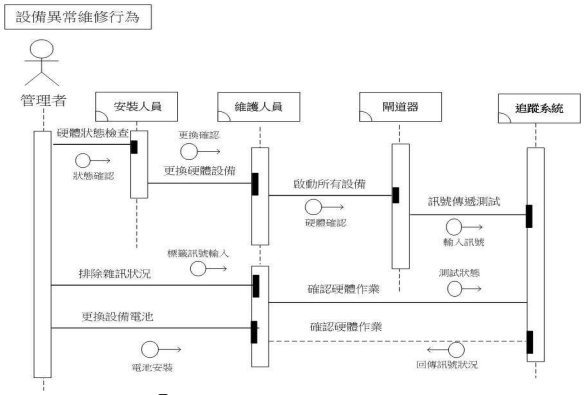

圖7 「異常維修」行為互動流程圖

三、「檢視歷史記錄」行為的互動流程圖，如圖8所示，說明如下：

1. 首先，外界環境「管理者」與構件「安全人員」發生「查詢過去記錄」操作的互動，帶著輸入參數「記錄檢是需要」的互動。
2. 接著，構件「安全人員」與構件「登入系統」發生「身分權限驗證」操作的互動，帶著輸入參數「登入許可」的互動。
3. 構件「登入系統」與構件「記錄系統」發生「檢視歷史記錄」操作的互動，帶著輸入參數「更新資料」的互動。
4. 外界環境「管理者」與構件「監控人員」發生「變更過去記錄」操作的互動，帶著輸入參數「變更記錄需要」的互動。
5. 之後，構件「監控人員」與構件「登入系統」發生「身分權限驗證」操作的互動，帶著輸入參數「登入許可」的互動。
6. 最後，構件「登入系統」與構件「記錄系統」發生「刪除資料」操作的互動，帶著輸入參數「刪除確認」的互動。

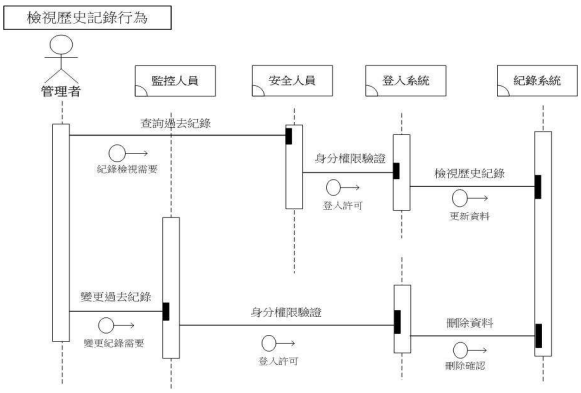

圖8 「檢視歷史記錄」行為互動流程圖

四、「物品離開安全區」行為的互動流程圖，如圖9所示，說明如下：

1. 首先，外界環境「小偷」與構件「管理人員」發生「接收狀況」操作的互動，帶著輸入參數「標籤移動資訊」的互動。
2. 接著，構件「管理人員」與構件「追蹤系統」發生「追蹤標籤作業」操作的互動，帶著輸入參數「標籤位置資料」的互動。
3. 構件「追蹤系統」與構件「記錄系統」發生「記錄作業」操作的互動，帶著輸入參數「日期時間地點資訊」的互動。
4. 構件「追蹤系統」與構件「警示系統」發生「警示作業」操作的互動，帶著輸入參數「標籤離開安全區」的互動。
5. 構件「追蹤系統」與構件「監控人員」發生「異常狀態通知」操作的互動，帶著輸入參數「標籤離開安全區」的互動
6. 接著構件「監控人員」與構件「安全人員」發生「通報安全人員」操作的互動，帶著輸入參數「物品位置資訊」的互動。如狀況正常則構件「監控人員」與構件「警示系統」發生「解除警示作業」操作的互動，帶著輸入參數「解除警示確認」的互動並回應參數「正常狀態」。
7. 最後，外界環境「小偷」與構件「安全人員」發生「攔截作業」操作的互動，帶著輸入參數「取回物品」的互動。

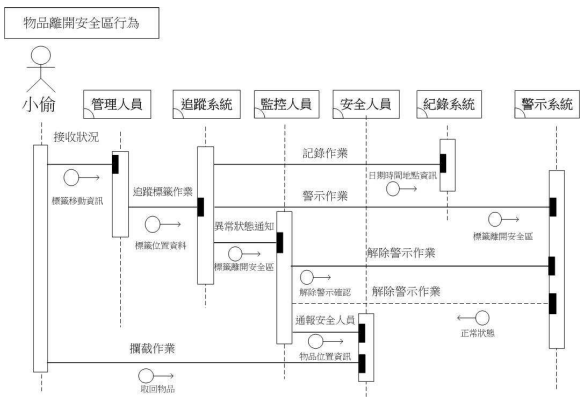

圖9 「物品離開安全區」行為互動流程圖

五、「破壞物品標籤」行為的互動流程圖，如圖10所示，說明如下：

1. 首先，外界環境「小偷」與構件「管理人員」發生「接收狀況」操作的互動，帶著輸入參數「標籤訊號異常」的互動。
2. 接著，構件「管理人員」與構件「閘道器」發生「接收訊號」操作的互動，帶著輸入參數「訊號資訊」的互動。
3. 構件「閘道器」與構件「警示系統」發生「警示作業」操作的互動，帶著輸入參數「標籤訊號異常」的互動。如狀況排除，構件「管理人員」與構件「警示系統」發生「解除警示」操作的互動，帶著輸入參數「狀況排除」的互動。
4. 異常狀況之後構件「管理人員」與構件「安全人員」發生「通報安全人員」操作的互動，回應輸出參數「指令下達」的互動。
5. 最後，外界環境「小偷」與構件「安全人員」發生「攔截作業」操作的互動，帶著輸入參數「取回物品」的互動。

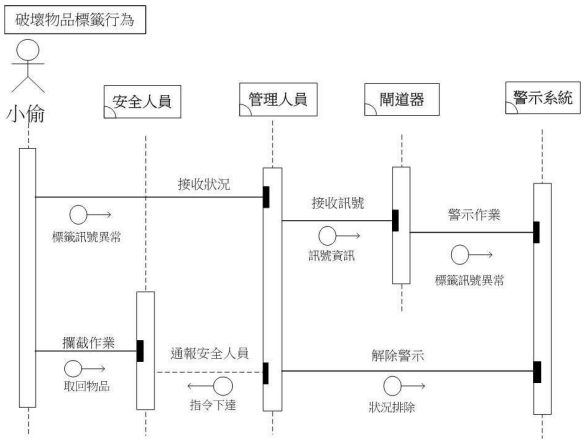

圖10 「破壞物品標籤」行為互動流程圖

五、結論與未來研究方向

ZigBee技術已是未來的趨勢與走向，它支援大量網路節點、支援多種網路拓樸及低數據傳輸速率的雙向無線通信技術；而其機動性，與其他設備相較，也高了許多，因此使它在眾多技術中脫穎而出。我們將ZigBee運用於物品監控方面，使之更能發揮其特性；同時，我們將電源線與相關線路隱藏在天花板中，把硬體也架置在其中，形成看不見的無形保護網。系統建置完成後，使用者能隨時掌握整個物品監控的狀況，達到提升使用者操作便利性及行為人性化之目的。

參考文獻

[1] 2011台北國際安全博覽會（安全監控0420）。

[2] You Ke, Gao Runquan, Zhang Cuixia, Chang Minhui, Liu Ruiqiang, Wu Jiaxin, "ZigBee-based Wireless Sensor Networks," *2009 International Forum on Information Technology and Applications*, 2009.

[3] Niu Dou,, Yang Mei, Zhao Yanjuan, Zhang Yan,

"The Networking Technology within Smart Home system ─ ZigBee Technology," *2009 International Forum on Computer Science-Technology and Applications*, China, 2009.

[4] 趙善中、趙薇、趙鴻，2008，系統架構學，科技圖書。

[5] 王志堅，2008，架構式商業智慧系統需求的分析模型研究，國立中山大學資管研究所碩士論文。