

發展以 RFID 為基礎之自動化械彈管制系統

林世崧 洪敏雄* 江信志

國防大學理工學院電機電子工程學系

摘要

為了改進現行械彈管制作法之缺失，本研究針運用 RFID 技術及網路服務，開發一個自動化械彈管制系統。具體地，我們設計了「械彈管理」、「溫濕度感測」、「門禁管制」、「遠端監視」、「警示回報」與「資料查詢」等功能，並以網路服務的形式建置於一部遠端監控伺服器內。藉由利用這些網路服務，許多械彈管制作業可以達到自動化及更準確，因而人力需求可大幅降低。另外，本研究亦開發了一個適用於械彈管制應用之通用型中介軟體，使得管制系統能夠容易地管理不同類型設備(如各種 RFID 讀取器、網路式輸入/輸出模組等)，並收集與處理這些設備的資訊。最後，本研究建置了一個以 RFID 為基礎之械彈管制系統，同時依據國軍庫儲作業流程進行整合測試與效能評估，測試結果驗證了本系統之有效性。相信本研究之成果可以作為國軍未來建構自動化械彈管制系統之有用參考。

關鍵字：無線射頻識別技術、械彈管制系統、監控伺服器、中介軟體

Development of a RFID-based Automatic Ammunition Surveillance System

Shih-Sung Lin, Min-Hsiung Hung*, and Hsin-Chih Chiang

*Department of Electrical and Electronic Engineering
Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University*

ABSTRACT

To improve the deficiencies of the current operations in ammunition surveillance, this research utilizes the RFID technology to develop an automatic ammunition surveillance system. Specifically, the functions of ammunition management, temperature and humidity measurement, entrance guard, remote monitoring, alarm report, and historical data inquiry are designed and built, in the form of Web services, in a remote monitoring and control server. By leveraging these Web services, some ammunition management operations can be automated and more precise. Thus, the manpower demand can be substantially reduced. In addition, a generic middleware applicable to ammunition surveillance applications is developed as well. The middleware possesses the functions of graphical user interfaces, data processing, data security, and devices management. It allows the surveillance system to easily manage different types of devices, such as RFID readers and Web I/O devices, and collect and process their data. Finally, a RFID-based ammunition surveillance system is constructed. Also, by following the processes of the Armed Forces' storage operations, the integrated tests and performance evaluations are conducted. The testing results validate the effectiveness of the developed system. It is believed that the research results can be a useful reference for Armed Forces to construct automatic ammunition surveillance systems in the future.

Keywords: RFID, Ammunition Surveillance System, Monitoring and Control Server, Middleware

一、前言

近年來，國軍部分單位對於庫存械彈之清點與記錄並未按照規定依實填載，移交草率，各級檢、測、督、考亦不確實，進而導致國軍內部少數不肖份子伺機盜賣槍械彈藥，嚴重損及全軍聲譽，並造成官兵與民眾生命安全極大的威脅。因此，國防部修正了每日進庫清點時間，以落實清點的成效，另外，也進行械彈庫的防盜與監控項目的硬體整修，確保庫儲設施安全。因此，為防堵類案的發生，強化槍械彈藥之管制作業為國軍各單位之重點工作。

國軍槍械彈藥管制作業主要包含人員進出管制、定時督導清點、槍械彈藥的提領、繳回與及移交等。現行國軍各單位械彈庫的基本防盜與監視設備包括類比/數位攝影機、內外門的門禁警報器與玻璃磁簧觸動式警報器；而進入庫房大門的安全管制作法是設置兩道門鎖，其鑰匙係由單位內之槍械士與部隊值星人員分別負責保管；此外，為確保庫儲環境的安全，庫房中加設了溫濕度計，負責人員須定時記錄庫儲環境之溫濕度變化情形。

然而，我們檢視目前械彈管制之作業方式，發現以下幾點缺失尚待改進：

(1) 械彈清點作業耗費人力與時程：

目前械彈負責人員每日需於早上及下午進行械彈清點作業，每次執行械彈清點作業需核對彈藥之品名、料號，並逐一清點庫儲彈藥之數量，為了避免發生作業疏失，械彈負責人員需要集中精神，並花費相當多的時間來進行例行之清點任務。

(2) 相關簿冊需以人工填寫記錄：

為滿足現行械彈管制作業之基本需求，庫房內包含人員進出入管制登記、清點紀錄與溫濕度登記等相關簿冊，負責人員需以人工方式填寫相關紀錄，容易造成資料誤植，且紙本之簿冊保管不易。

(3) 缺乏即時庫房環境資訊：

在非庫房清點作業時間，庫房大門關閉，若械彈庫房有異常狀況發生，如庫儲溫度過高或濕度過重等情形，負責人員無法即時掌握到異常資訊，因此，無法對環境之異常狀況進行立即之處置，可能導致械彈功能失效或自燃之情形，進而肇生危安事件。

因此，本研究利用無線識別(RFID, Radio Frequency Identification)技術[1]及資訊與網路相關科技來改善上述械彈管制作業之缺失。

RFID 是一種利用無線電波自動辨識標籤(Tag)內所儲存資料的技術，其構想源自於美國麻省理工學院一項關於自動識別技術的研究，並於第二次世界大戰時，運用於空戰中飛機的敵我陣營識別。近年來，在全球零售業龍頭沃爾瑪(Wal-Mart)百貨及美國國防部的推動下，使得 RFID 的應用蓬勃發展。RFID 的優點包含體積小、具備全球唯一識別碼、不易污損、使用壽命長等，因此特別適合用於物件識別。

美國國防部自 1980 年起，便開始導入 RFID 於軍事後勤應用，其應用於伊拉克戰爭，增進物流運輸效率之成效[2]，是個典型成功的案例。而為了全面強化後勤管理作為，進一步於 2005 年 8 月起，要求美國軍方與供應商於訂定採購契約時，必須在貨品上貼附 RFID 電子標籤[3]。除了軍事應用之外，也有許多 RFID 應用系統被開發，如工廠自動化系統[4]、庫儲資源管理系統[5]與藥品製造系統[6]等。上述應用的目的，都是為了簡化繁雜流程，以增進作業效率。由此可見，應用 RFID 於自動化系統之重要性。

網路服務(Web Services)[7], [8]乃是將網站之應用功能做成程式的元件放置於伺服器上，並提供存取之機制，可讓網路上其他應用程式或網路服務透過網際網路通信協定來使用該功能元件。同時，網路服務亦可整合其他的網路服務，以提供功能更複雜的服務。此一軟體技術提供了分散式軟體自動溝通與整合訊息的機制，同時可順利穿過防火牆進行訊息通訊，因此，網路服務可打破網際網路、作業平台、應用程式與各類運算裝置的區隔，它可提供異質系統高度的資訊整合能力，並可讓管理者在任何時間、任何地點與任何裝置上處理資訊，這也是新一代網際網路應用之技術趨勢。

著眼於上述技術的許多優點，正好符合械彈管制自動化之技術需求，因此本論文利用 RFID 技術與新一代分散式系統整合技術-網路服務，提出一個以 RFID 為基礎之自動化械彈管制系統。在械彈庫內，我們在每個彈箱上貼附一個 RFID 標籤，並架設一組 RFID 讀取

器，以便系統可以即時地讀取庫儲械彈之數量；此外，本系統利用網路式輸入/輸出模組(Web I/O Module)擷取庫房內溫濕度感測器資料，並自動記錄溫濕度值及感測時間，後續便可執行歷史資料查詢及報表列印；同時，當溫濕度超過警戒值時，系統便會啟動警報機制，即時地通知各級幹部，以便及時採取適當的處置行動。

在械彈庫出入處，我們架設一個門禁 RFID 讀取器，當人員持內含 RFID 標籤之識別證欲進入庫房時，系統會自動辨識該人員之身分，若為合法授權者，才會打開電子鎖，予以放行，系統並自動記錄該人員之身分資料及進出時間等資訊，以強化人員進出械彈庫房之管控。另外，在庫房周遭之重要監測點設置了視訊攝影機，系統可以讓負責人員透過網路觀看到監測區域之即時影像，達到遠端監視(Remote Monitoring)的目標。上述功能所需之軟體功能將以網路服務的型式實現於監控伺服器內，系統相關資料則儲存於資料庫中，因此，通過認證授權之使用者及應用程式可以方便地透過網路使用這些功能。我們也依據國軍庫儲作業流程進行系統之整合測試與效能評估，測試結果驗證了本系統之有效性，相信本研究之成果可以作為國軍未來建構自動化械彈管制系統之有用參考。

本論文其餘內容組織如下：第 2 節介紹本系統之功能需求分析與架構設計；第 3 節說明監控伺服器之功能元件設計；第 4 節描述中介軟體之設計；第 5 節說明系統軟硬體需求與系統實作；在第 6 節，我們依照實際械彈管制作業流程進行系統整合與測試，並完成效能調校與評估；第 7 節為本文之結論。

二、系統功能需求分析與實現架構設計

2.1 系統功能需求分析

在分析目前國軍在槍械管理及各營區彈藥庫房管理的作業流程後，我們訂定了以下系統主要功能需求，作為開發本系統的依據，分別說明如下：

(1)需具備自動清點械彈之能力：

每日的械彈清點是械彈管制作業中最重

要、也是最繁瑣的例行動務，除了逐一清點庫儲之械彈外，還須填寫清點紀錄簿備查，因此，耗費相當的時間及人力來執行。有鑑於此，我們運用 RFID 的優點，結合資料庫系統，在本系統中設計了一個自動清點械彈的功能，以減輕例行械彈清點勤務對部隊造成之人力負荷。

(2)需具備溫濕度感測之能力：

為確保械彈庫儲的環境安全，避免過熱或過濕之環境影響械彈功能，甚者引發危安事件，保管人員須定時至庫房檢查環境之溫度與濕度，並登載於記錄簿中。此一工作不僅耗費人力，亦無法隨時掌握庫儲環境的變化。為了改善上述問題，我們設計了自動化溫濕度感測的功能，藉由佈署網路式輸入/輸出模組與溫濕度感測器於械彈庫房中，提供全天候庫儲環境監控，並結合資料庫系統，發展定時記錄溫濕度資料之功能。

(3)需具備人員身份自動識別之能力：

目前國軍械彈庫房人員進出管制，須依賴管理人員(如槍械士或排長)填寫進出登記簿，此一流程較花費時間，並且，進出械彈庫房也易發生資料登載錯誤或不實之情形。因此，我們利用 RFID 無線識別碼具備全球唯一之特性，結合後端資料庫之運用，發展具備人員身份自動識別之系統功能。管理人員需配帶內含 RFID 標籤之識別證，透過 RFID 讀取器，系統會自動辨識該人員之身分，若為合法授權者，才會打開電子鎖，予以放行，系統並自動記錄該人員之身分資料及進出時間等資訊，本功能將可節省填寫簿冊所耗費之時間，並避免人工登載資料錯誤或不實的問題。

(4)需具備遠端監視之能力：

現行國軍械彈庫儲的安全作為，有設置定點的衛兵崗哨及機動的安全巡邏，定點崗哨雖為 24 小時皆有衛兵輪值，但是有視野上之限制，庫房四周的死角便無法即時掌握；安全巡邏雖可將庫房四周仔細巡視，但每日僅固定時段派遣。因此，我們利用影像伺服器及監視攝影機透過網路提供監控區現場即時影像，發展械彈庫房遠端監視的功能。

(5)需具備異常狀況發送警報之能力：

為了避免械彈庫房因遭人破壞入侵或環境

溫濕度改變而造成危安事件，在本系統中設計了一個異常狀況之警報發送機制。系統管理者可依據儲存彈藥之環境參數，設定彈藥庫的環境溫度或濕度門檻值，當監測數值高於設定門檻值時，系統便會立即發送警報給相關負責人員，以便及時進行適當的處置作為。

(6) 須具備資料查詢與報表列印之能力：

為使部隊主官能掌握械彈庫房的庫儲狀況，庫房之各種簿冊，如人員進出登記簿、溫濕度紀錄簿、械彈清點紀錄簿等，須定時呈核給長官批閱。為簡化上述簿冊填寫及保管問題，在本系統中，我們設計一個電子資料庫系統，將械彈庫房相關須登載之資料，儲放於資料庫中，並開發歷史資料查詢及相關報表列印等功能。

2.2 系統實現架構設計

依據前述系統功能需求分析之結果，以 RFID 為基礎之自動化械彈管制系統實現架構之設計如圖 1 所示。整體系統架構區分為械彈存放區(Ammunition Storage Area)、伺服器端(Server Side)及用戶端(User Side)三大部分。

械彈存放區之佈署說明如下：

● 庫房大門：

安裝一部高頻段(HF, High Frequency)被動式 RFID 門禁讀取器(Entrance Reader)，用

來近距離讀取內含 RFID 標籤之人員識別證資料。使用者必須持有合法申請之身分識別電子標籤，並經系統認證無誤後，方可開啟庫房大門電子鎖。

● 庫房(Storeroom)內部：

在每一個彈箱上貼附 RFID 標籤，並架設一部被動式超高頻段(UHF, Ultra High Frequency)RFID 讀取器，用以讀取貼附於彈箱之 RFID 標籤資料；同時，利用溫/濕度感測器(Temperature/Humidity Sensor)量測庫房之溫濕度，並以網路式輸入/輸出模組讀取溫濕度資料。

● 庫房外部：

在械彈庫房周遭適當位置佈署數台監視攝影機(Cameras)，並以一部影像伺服器(Video Server)整合不同監視攝影機之監視影像，並可透過網路將監視影像傳送至伺服器端。中介軟體伺服器(Middleware Server)具備「圖形使用者介面」、「資料處理」、「資料安全」與「裝置管理」等功能，能夠管理不同類型設備(如各種 RFID 讀取器、網路式輸入/輸出模組等)，並收集與處理這些設備的資訊，中介軟體之設計將於第 4 節說明。

伺服器端包含遠端監控伺服器(RMCS, Remote Monitor and Control Server)及系統資料庫(Database)。遠端監控伺服器 RMCS 為自動化械彈管制系統運作之核心，其內包含八個

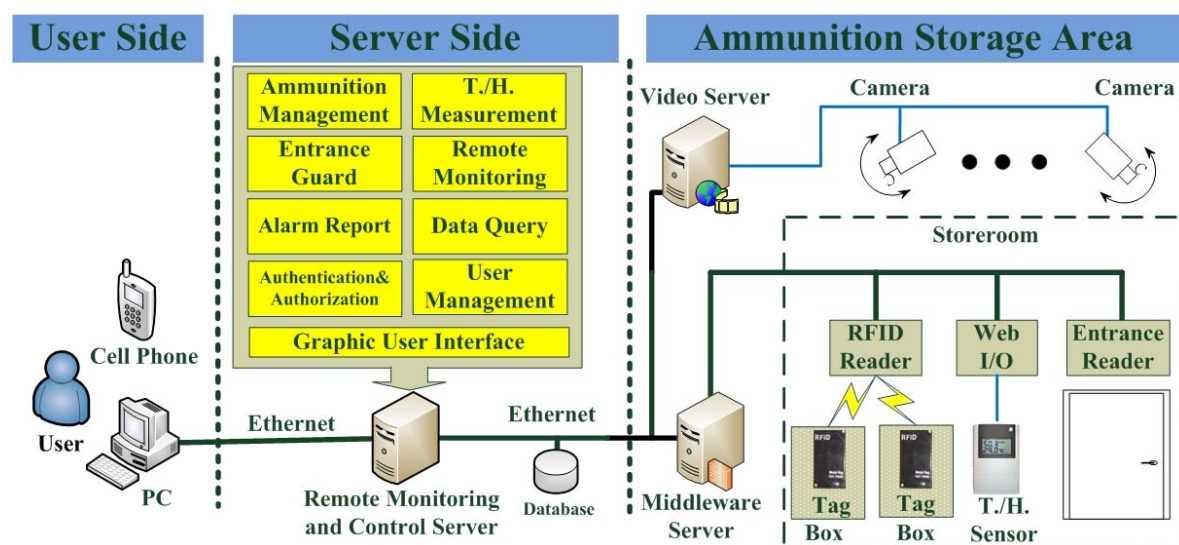


圖 1. 以 RFID 為基礎之自動化械彈管制系統實現架構。

功能網路服務(Functional Web Services)與相關之圖形化使用者介面(GUI, Graphic User Interface)。八個功能網路服務(簡稱功能服務)之功能簡述如下, 相關設計將於第 3 節中說明:

(1)械彈管理(Ammunition Management)

本功能服務提供械彈新增入庫、械彈清點與械彈異動等相關管理作業功能。

(2)溫/濕度感測(T/H. Measurement):

本功能服務可透過網路式輸入/輸出模組即時讀取械彈庫房之溫濕度。並且, 可依照系統管理者設定之時間, 自動紀錄庫房溫濕度值。

(3)門禁管制(Entrance Guard):

本功能服務具備讀取卡片資料、辨識人員身分、開啟電子鎖及自動記錄人員進出時間等功能。

(4)遠端監視(Remote Monitoring):

本功能服務透過網路將影像伺服器之監視畫面傳輸至監控伺服器, 使管理人員可以即時了解庫房周遭的情形。

(5)警示回報(Alarm Report):

系統可透過本功能服務, 將相關之警示訊息利用收機簡訊與電子郵件等方式, 通知給相關負責人員知悉。

(6)資料查詢(Data Query):

本功能服務提供歷史紀錄查詢及相關報表列印之功能。

(7)認證與授權(Authentication and Authorization):

本功能服務負責驗證使用者之帳號及密碼, 通過認證與授權機制後, 才可以依權限來使用系統功能。

(8)使用者管理(User Management):

本功能服務提供新增、刪除、修改與查詢系統使用者相關資料的功能。

在用戶端部分, 使用者可以利用個人電腦(PC)及手持行動裝置(如智慧型手機、PDA 等), 來操作本系統之各項功能。

三、監控伺服器之功能服務設計

本節將說明遠端監控伺服器之八項功能服務之設計。

3.1 械彈管理(Ammunition Management)

械彈管理包含械彈新增入庫、械彈清點與械彈異動等三個部分。首先, 在械彈新增入庫功能設計部分, 當械彈撥補入庫後, 我們在彈藥箱貼附 RFID 標籤, 新增入庫功能應提供一個操作介面, 可以讀取標籤中之唯一識別碼, 並將該唯一識別碼在系統資料庫中與該彈藥箱之品名、料號、數量等相關資訊作關聯, 以完成械彈新增入庫之作業。其次, 在械彈清點功能設計部分, 遠端監控伺服器可透過中介軟體取得目前庫房內所有的 RFID 標籤識別碼, 然後透過系統資料庫之比對, 便可完成例行之械彈清點作業, 並即時地將庫房內之械彈資訊顯示於 GUI 之監視畫面中。械彈清點功能設計所依據之運作流程如圖 2 所示, 其步驟說明如下:

Step 1: 本功能服務向中介軟體要求 RFID 標籤資訊。

Step 2: 中介軟體將收集之 RFID 標籤資訊回傳至本功能服務。

Step 3: 本功能服務將回傳之 RFID 標籤資訊與資料庫關聯之械彈資訊進行比對。

Step 4: 判斷械彈資訊是否正確。

Step 5: 若否, 則呼叫警示回報功能服務以發布警示訊息。

Step 6: 若械彈資訊正確, 則提供械彈資訊, 以顯示於 GUI 監視畫面中。

Step 7: 判斷是否屆事先設定之清點週期, 本研究中設定上午及下午各一次。

Step 8: 若是, 則將清點資訊, 包含械彈數量與清點時間等存入資料庫中, 若否, 則結束流程。

最後, 在械彈異動功能設計部分, 當部隊執行射擊訓練使用彈藥後時, 械彈異動功能應提供一個操作介面, 讓管理人員進行械彈異動作業, 來更新庫儲械彈之資訊。

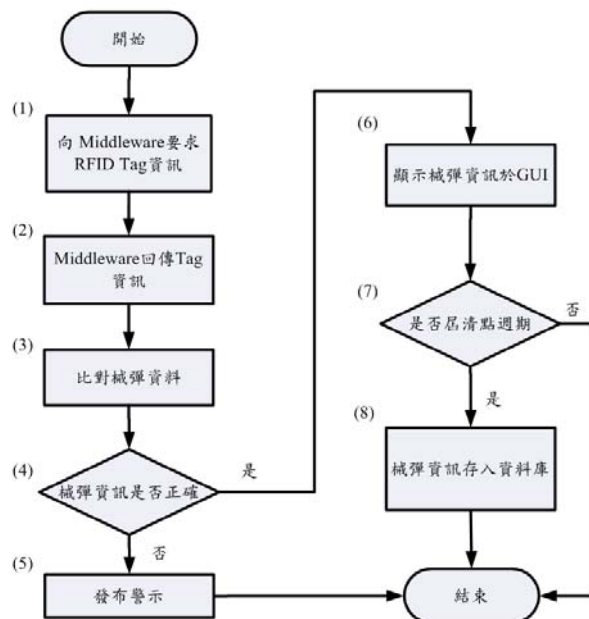


圖 2. 械彈清點功能之運作流程。

3.2 溫/濕度感測(T/H. Measurement)

本功能服務可以即時監測目前庫房內溫濕度值，並依系統管理者所設定的時間自動記錄溫濕度相關資訊至系統資料庫內。溫濕度感測功能設計所依據之運作流程如圖 3 所示，其步驟說明如下：

- Step 1：本功能服務向中介軟體要求庫房中網路式輸入/輸出模組所擷取之溫濕度數值。
- Step 2：提供回傳之溫濕度值，以即時顯示於 GUI 中，供管理人員監視。
- Step 3：判斷是否超過預設之庫房溫濕度門檻數值。
- Step 4：若是，則呼叫警示回報功能服務，以發布溫濕度異常之警示訊息。
- Step 5：判斷是否屆預先設定需記錄溫濕度之時間，本研究之溫濕度記錄週期也是上午及下午各一次。
- Step 6：若是，則將溫濕度數值與量測時間等資料儲存至資料庫。若否，則結束流程。

3.3 門禁管制(Entrance Guard)

門禁管制功能服務可以管控人員進出械彈庫房之狀況。首先，負責人員必須持鑰匙將庫房大門門鎖開啟；接著，使用者持合法申請

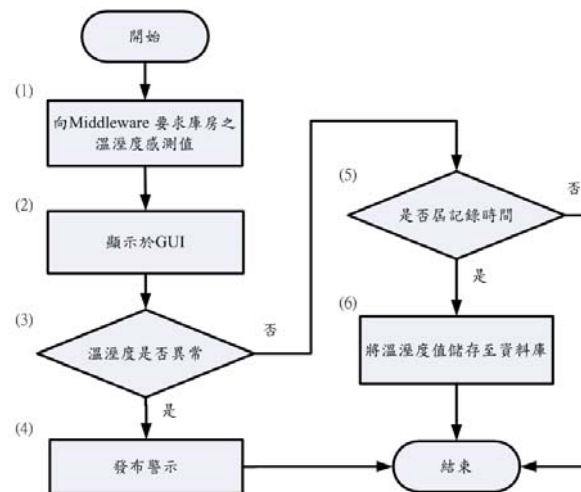


圖 3. 溫濕度感測功能之運作流程。

之 RFID 標籤識別證貼近門禁讀卡機，本功能服務將讀取標籤識別碼，並透過資料庫資訊進行人員身分辨識，若為合法使用者，才開啟庫房之電子鎖，讓該使用者進入庫房，同時自動記錄人員身分與進入時間。本功能服務並提供進入庫房之使用者資訊，以顯示於系統 GUI 之監視畫面上。

3.4 遠端監視(Remote Monitoring)

遠端監視功能是利用多台監視攝影機來監視庫房周遭之影像，並傳送至影像伺服器，遠端監視功能服務可透過網路將影像伺服器之即時監視畫面傳輸至遠端監控伺服器中，以提供給 GUI 顯示於監控畫面中，讓管理人員可以確實掌握械彈庫房現場之狀況。

3.5 警示回報(Alarm Report)

當系統偵測到異常事件，如械彈資訊不正確、庫房溫度過高或濕度過重等，便可透過警示回報功能服務以手機簡訊[9]及電子郵件等方式將相關警示訊息通知相關負責人員，並將異常事件及相關警示訊息自動記錄到資料庫中。

3.6 資料查詢(Data Query)

資料查詢功能服務提供使用者查詢人員進出庫房、溫濕度數值等歷史紀錄，並提供相關報表列印的功能，讓負責人員方便管理械彈庫房之相關資訊。

3.7 認證與授權(Authentication and Authorization)

認證與授權功能服務提供使用者身份認證與授權機制，使用者在登入本系統時需要輸入帳號及密碼，在通過認證與授權後，使用者才能成功登入系統，並依權限操作系統之各項功能。本械彈管制系統將使用者區分成一般使用者與系統管理者兩種權限，一般使用者登入系統後僅可以操作監視系統畫面，而系統管理者可以操作系統所有的功能。認證與授權功能設計所依據之運作流程如圖 4 所示，其步驟說明如下：

- Step 1：使用者於利用 GUI 輸入帳號及密碼。
Step 2：遠端監控伺服器向系統資料庫要求使用者資訊後進行身分資料比對。
Step 3：依據資料比對結果判斷是否為合法使用者。
Step 4：若非合法使用者則在使用者介面中顯示錯誤訊息。
Step 5：若是合法使用者，則賦予使用者權限。
Step 6：依據賦予之權限與身分登入系統操作各項功能。

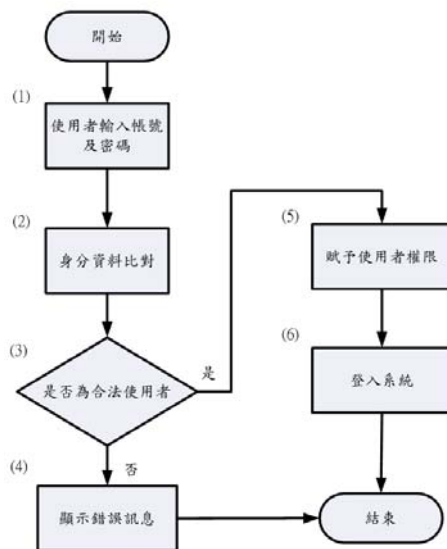


圖 4. 認證與授權功能之運作流程。

3.8 使用者管理(User Management)

使用者管理功能服務提供新增、刪除、修改與查詢系統使用者相關資料的功能。

四、中介軟體之設計

4.1 中介軟體之功能需求分析

在一般軍事單位中，以營級部隊為例，可能包含四個連隊，而每個連隊都有至少一個械彈庫房，如何同時管理不同連隊佈署之 RFID 設備及網路 I/O 模組，並收集與處理這些設備的資訊，是一個重要的議題。此外，軍隊庫儲之械彈資訊屬於國防機密，如何有效防止械彈資訊於網路傳輸時遭竊取，提高網路傳輸之安全性也是一個必須考量的問題。因此，本研究設計之中介軟體，必須能夠管理各種 RFID 讀取器及網路式輸入/輸出模組，並收集與處理這些設備的資訊，同時提供安全的資料傳輸機制。

在研究現有 RFID 中介軟體[10][11]之運作模式與具備功能，以及分析械彈管制系統佈署之硬體特性後，我們設計一個適用於械彈管制應用之通用型中介軟體，其功能框架(Framework)如圖5所示，包含圖形化使用者介面、資料處理(Data Process)元件、資料安全(Data Security)元件與裝置管理(Device Management)元件等四個部份，分別說明如下：

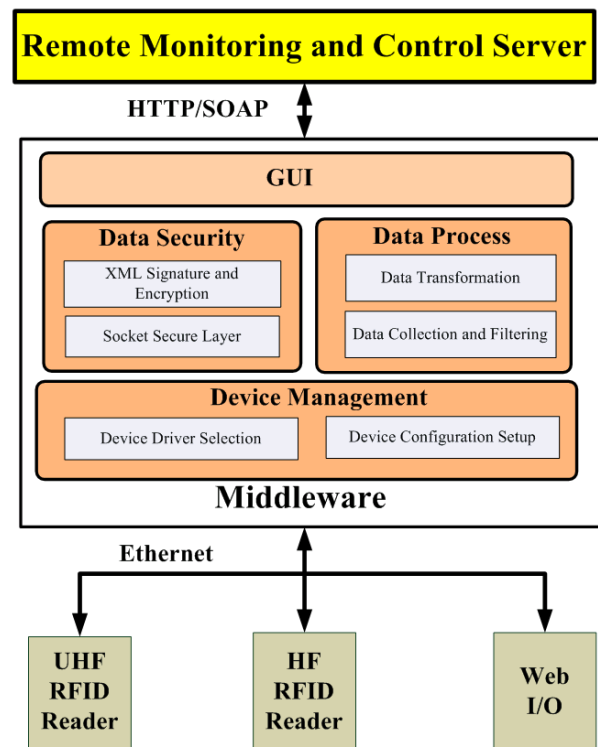


圖 5. 中介軟體之功能框架。

(1)圖形化使用者介面：

提供使用者操作中介軟體各項功能的圖形化介面。

(2)裝置管理元件：

裝置管理元件提供管理各種 RFID 讀取器及網路式輸入/輸出模組所需之功能，包含裝置配置設定(Device Configuration Setup)與裝置驅動程式選擇(Device Driver Selection)等兩項功能。在裝置配置設定功能中，管理人員需輸入裝置之名稱、所在位置及收集資訊名稱等資訊；在裝置驅動程式選擇功能中，則需選取適當之驅動程式以啟動裝置運作。

(3)資料處理元件：

資料處理元件負責收集RFID讀取器與溫濕度感測模組之資料，並過濾重複之資訊後，將資料暫存於資料庫中。然而，若將收集之原始資料(Raw Data)傳送給遠端監控伺服器，遠端監控伺服器並不知道資料之意義。因此，本元件之資料轉換(Data Transformation)功能，依照不同設備之資訊，給予資料適當之定義，將所處理的資料轉換成為一份XML [12]文件，再傳送給遠端監控伺服器。遠端監控伺服器剖析XML文件後，便可依據各項資料的意義，加以運用與儲存。

(4)資料安全元件：

資料安全元件提供與遠端監控伺服器間透過網路進行安全資料交換的功能，本械彈管制系統係透過HTTP [13]與SOAP (Simple Object Access Protocol) [14]通訊協定進行遠端監控伺服器與中介軟體伺服器間之網路通訊。因此，本功能元件提供SSL (Socket Secure Layer)之安全通道以及利用XML簽章與加密(XML Signature and Encryption) [15]來強化網路的傳輸安全。

中介軟體之整體功能運作如下：當遠端監控伺服器向中介軟體要求械彈庫房監控資訊時，中介軟體之資料處理元件透過裝置驅動程式介面擷取 RFID 電子標籤識別碼與溫濕度等資訊，再將收集到之資訊，轉換成一份監控伺服器可剖析的 XML 文件。而為了強化網路傳輸資訊之安全，在資料回傳至遠端監控伺服器前，必須經過資料安全元件以提供 SSL、XML 簽章與加密等安全機制；如此，中介軟

體與遠端監控伺服器便可透過網際網路進行安全的資料交換。同時，我們可以使用裝置管理功能，輕易地管理與了解設備端裝置的運作情形。

4.2 中介軟體之功能元件設計

本小節將依序描述裝置管理元件、資料處理元件及資料安全元件之設計。

4.2.1 裝置管理元件設計

本研究中，中介軟體需同時管理多部不同類型之網路式裝置，因此，我們設計裝置管理元件方便管理人員執行新增、修改、查詢及移除裝置等作業。

新增裝置之流程設計如圖 6 所示，其步驟說明如下：

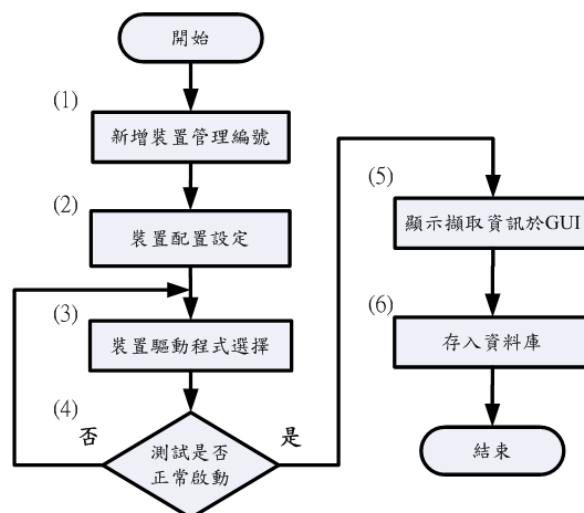


圖 6.新增裝置之設計流程。

Step 1：管理者在新增裝置時，系統會賦予新增裝置一個系統唯一之流水編號，以方便管理人員識別及執行相關管理工作。

Step 2：管理者使用裝置配置設定功能設定裝置之名稱、型式、佈署地點、擷取資料名稱等資訊，擷取資料名稱包含械彈 RFID 電子標籤識別碼、門禁 RFID 電子標籤識別碼、溫度及濕度等。

Step 3：管理者操作裝置驅動程式選擇(Device Driver Selection)功能，選擇適當之驅動程式，其中包含連線裝置之網路 IP 位址與埠號(Port)。

Step 4：測試新增之裝置是否啟動並正常運作，若是，進入 Step 5；若否，則回到 Step 3 重新選擇驅動程式，直到裝置正常啟動。

Step 5：將裝置擷取之資訊顯示於 GUI。

Step 6：將新增裝置之相關資訊存入資料庫。

完成新增裝置之功能設定後，日後裝置之資訊有需要異動時，管理人員便可依據裝置編號，執行修改、查詢及移除等相關作業。

4.2.2 資料處理元件設計

資料處理分為資料收集與過濾及資料轉換兩個部份，分別說明如下：

(1) 資料收集與過濾

本元件藉由裝置驅動介面收集到不同之設備資料，由於本系統之 RFID 讀取器可以同時讀取多張電子標籤，因此，必須將重複收集之資料過濾後儲存至暫存記憶體，再交由資料轉換元件進行 XML-based 之資料轉換。

(2) 資料轉換

為了方便遠端監控伺服器快速地剖析及運用中介軟體回傳之資訊，並且考慮未來適用於多個械彈庫房監控，我們將械彈庫房所需擷取之原始資料轉換成一份 XML-based 之中介軟體資料交換(MDE, Middleware Data Exchange)文件，MDE 文件之 XML Schema 規劃如圖 7 所示，其元素(Element)及屬性(Attribute)分別說明如下：

- MDE：為整份文件之根元素(Root Element)。
- Source_IP：代表資料傳輸之來源 IP 位址，在本研究中為中介軟體伺服器之 IP。
- Destination_IP：代表資料傳輸之目的 IP 位址，在本研究中為遠端監控伺服器之 IP。
- Time：代表 MDE 文件之產生時間。
- Device：代表裝置之資訊，出現次數為 0 次以上，表示 MDE 文件可以同時包含 0 個以上裝置之資訊。本元素還包含三個屬性，分別為裝置名稱(name)、裝置型式(type)及裝置設置地點(location)。
- CollectData：為 Device 之子元素，代表該裝置收集之資料項目，出現次數可為 0 次以上。本元素還包含兩個屬性，分別為記載收

集資料之項目名稱(name)與時間戳記(timestamp)。

- Value:CollectData 之子元素，記載該 CollectData 所收集之資料值，出現次數為 0 次以上。

MDE之XML Schema 架構

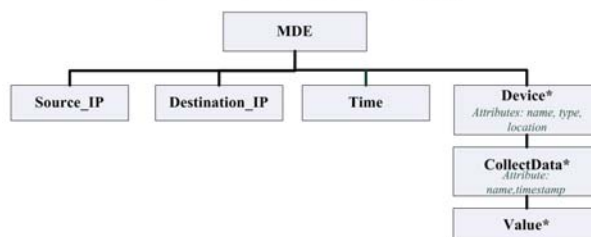


圖 7. MDE 文件之 XML Schema 架構。

為了展示 MDE 文件，圖 8 為以圖 1 之系統架構為例，中介軟體將所收集之三部不同裝置資訊，透過資料轉換元件產生之 MDE 文件範例。其中可以清楚地看出，中介軟體伺服器之 IP 位址為 140.132.23.108，而監控伺服器之 IP 位址為 140.132.23.171，MDE 之產生時間為 2009 年 10 月 26 日 13 時 0 分 56 秒；而佈署於庫房之裝置共三個，分別為 IF5、DS-3200 與 ADAM-6017，所收集資料之名稱與數值亦記載於文件當中；每個裝置收集之資料皆有一個時間戳記，若有接受到異常訊息，管理人員

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<MDE>
  <Source_IP>140.132.23.108</Source_IP>
  <Destination_IP>140.132.23.171</Destination_IP>
  <Time>20091026130056</Time>
  <Device name="IF5" type="RFID_Reader" location="DutyC_A">
    <CollectData name="RFIDtagID" timestamp="20091026130055">
      <value>HEF0402000136C280</value>
      <value>HEF0402000136C730</value>
      <value>HEF0402000136C759</value>
      <value>HEF0402000136C738</value>
      <value>HEF0402000136C724</value>
      <value>HEF0402000136C729</value>
      <value>HEF0402000136C731</value>
      <value>HEF0402000136C748</value>
      <value>HEF0402000136C772</value>
      <value>HEF0402000136C764</value>
    </CollectData>
  </Device>
  <Device name="DS-3200" type="Entrance_Reader" location="DutyC_A">
    <CollectData name="EntranceID" timestamp="20091026130055">
      <value>F1345671</value>
    </CollectData>
  </Device>
  <Device name="ADAM-6017" type="Web_IO" location="DutyC_A">
    <CollectData name="Temperature" timestamp="20091026130050">
      <value>25.3</value>
    </CollectData>
    <CollectData name="Humidity" timestamp="20091026130050">
      <value>47.1</value>
    </CollectData>
  </Device>
</MDE>
```

圖 8. MDE 文件範例。

可以輕易地追蹤異常狀況發生之時間點。從上述之 MDE 文件範例中，我們可以了解，未來若需要監控多個庫房，只要透過裝置管理元件設定新增裝置之相關資訊，資料處理元件即可進行該裝置之資料收集，並將原始資料轉換到所產生的 MDE 文件中，遠端監控伺服器收到回傳之 MDE 文件後，即可以輕易地加以剖析並運用。

4.2.3 資料安全元件設計

械彈資訊具有機密性，若不採取適當的安全保護措施，於網路上傳輸時，很容易被竊取封包並加以破解[16]，可能損及國防安全。因此，本中介軟體之資料安全元件設計採用非對稱式加解密之雙重安全機制，在網路傳輸層採用 SSL 進行加密，在網路訊息層採用 XML 簽章與加密技術，分別說明如下：

(1) SSL (Socket Secure Layer)安全機制

SSL 之設計是保護遠端監控伺服器與中介軟體間點對點(Point-to-Point)之網路傳輸安全，其運作流程如圖 9 所示，步驟說明如下：

- Step 1：遠端監控伺服器與中介軟體開始進行交握，協商雙方之協定版本、會談識別碼、安全套件、壓縮方法與起始亂數。
- Step 2：中介軟體進行認證和金鑰交換，送出憑證、公開金鑰並請求遠端監控伺服器之憑證。
- Step 3：遠端監控伺服器回應中介軟體之請求，以中介軟體之公開金鑰將憑證加密後，回傳給中介軟體。
- Step 4：若中介軟體可以私密金鑰將遠端監控伺服器之憑證解密成功，則完成交握。
- Step 5：遠端監控伺服器與中介軟體建立 SSL 安全連線。

(2) XML 簽章與加密安全機制

除了 SSL 進行點對點間之資料保護外，我們設計 XML 簽章與加密機制，以強化 SOAP 封包之機密性與不可否認性。在進行 XML 簽章與加密前，遠端監控伺服器必須擁有本身之私密金鑰(Private Key)與中介軟體之

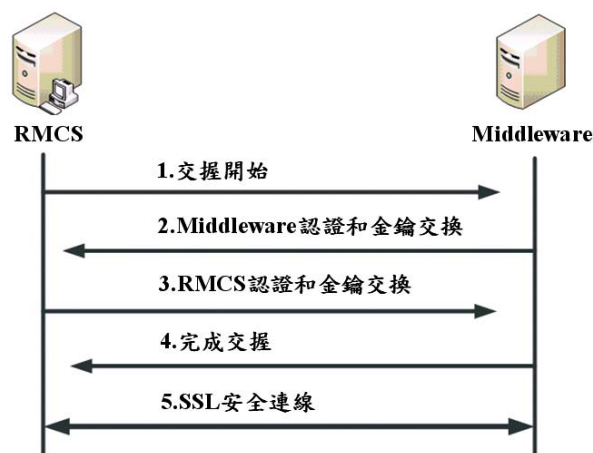


圖 9. SSL 運作流程圖。

公開金鑰(Public Key)，相對地，中介軟體必須有本身之私密金鑰與遠端監控伺服器之公開金鑰，完成上述程序後，才可以進行 SOAP 訊息的 XML 簽章與加密。以遠端監控伺服器與中介軟體間的資料傳輸為例，XML 簽章與加密之運作流程如圖 10 所示，說明如下：

- Step 1：遠端監控伺服器將請求 MDE 文件之訊息以本身之私密金鑰加密後傳送至中介軟體。
- Step 2：中介軟體收到訊息後，以遠端監控伺服器之公開金鑰將訊息解密，並檢查簽章，確認是來自遠端監控伺服器之請求。
- Step 3：中介軟體將 MDE 文件以本身之私密金鑰加密後回傳至遠端監控伺服器。
- Step 4：遠端監控伺服器收到加密之 MDE 文件，以中介軟體之公開金鑰解密，完成整個流程。

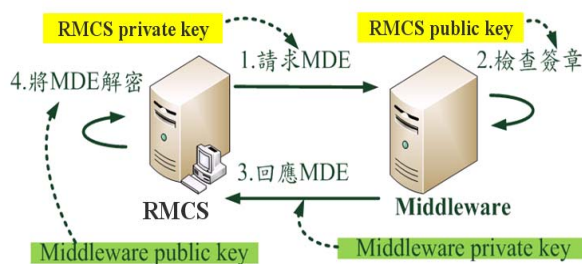


圖 10. XML 簽章與加密運作流程圖。

五、系統實作與整合測試

5.1 系統軟體需求

本系統是以微軟的Windows XP為開發平台，並採用Microsoft.NET Framework作為開發系統的執行環境。在開發軟體方面，以微軟的Visual Studio.NET 2005 [17]作為開發工具，同時利用C#程式語言來實作遠端監控伺服器及中介軟體的各項功能元件，系統資料庫則採用微軟的SQL Server 2005 來建置。

5.2 系統硬體需求

本系統在開發時所需要的硬體包含三部個人電腦，一部作為遠端監控伺服器，另一作為中介軟體伺服器，最後一部作為使用者遠端操作械彈管制系統之電腦。在械彈存放區，我們佈署了5部監視器與1部影像伺服器。械彈庫房包含1部「被動式高頻段(HF) RFID門禁讀取器」(採用智基資訊公司[18]之DS-3200 門禁讀卡機)，1部「被動式超高頻(UHF) RFID讀取器」(採用Intermec [19]之IF5 網路式RFID讀取器)，1部「網路式輸入/輸出模組」(採用研華[21]之ADAM-6017)，1組「溫/濕度感測器模組」(採用威迅科技公司[22]出產之的AHT-304-W)，以及許多貼附於彈箱之「被動式RFID標籤」(採用Cimtrac[20]之被動式金屬用RFID標籤)。這些裝置之實體圖如圖 11 所示。



圖 11. 械彈庫房所需之硬體裝置實體圖。

5.3 系統佈建與整合測試

本研究根據圖 1 之系統架構圖，整合前述之軟體系統及硬體設備，建置了 1 個以 RFID 為基礎之自動化械彈管制系統。本系統之硬體佈建如圖 12 所示，圖上方為械彈庫房內之硬體建置，分為械彈自動化監控區、溫濕度監控區與門禁管制區等三個部份，其硬體設置分別說明如下：

- 械彈自動化監控區：

我們將 10 個 RFID 標籤分別貼附於木製材質之彈箱上，並放置一部 RFID 讀取器，連接四組天線以即時擷取彈箱上之 RFID 標籤資訊。

- 溫濕度監控區：

利用網路式輸入/輸出模組連接溫濕度感測器模組，以量測庫房內之溫濕度數值。

- 門禁管制區：

在庫房大門進出處，設置 RFID 門禁讀取器，提供人員進出識別用。

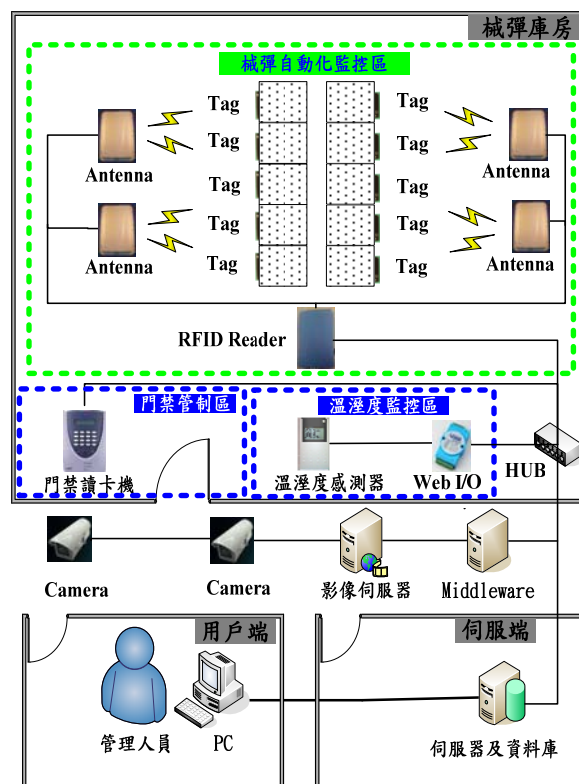


圖 12. 系統硬體佈建圖。

此外，我們在庫房外之適當監控點安裝了數個影像攝影機，將即時影像畫面透過影像伺服器回傳至遠端監控伺服器。而庫房內各裝置所收集之資訊，則可藉由中介軟體在安全的通道中回傳至遠端監控伺服器運用。因此，管理人員只需在用戶端使用個人電腦連線至遠端監控伺服器，並通過系統的認證與授權後，便可以操作本械彈管制系統，即時地掌握庫房內之械彈狀況。

在完成自動化械彈管制系統建置後，我們依據國軍械彈庫儲作業流程進行全系統之整合測試，包含使用者管理、械彈入庫新增、械彈異動更新、遠端即時監視與歷史資料查詢等五項作業，相關操作與使用者操作介面(GUI)說明如下：

- (1) 使用者管理：使用者管理作業之使用者操作介面如圖 13 所示，可進行使用者新增、刪除、修改與查詢等功能；畫面上方為使用者新增功能，需填入使用者基本資料與新增 RFID 電子標籤之卡號資訊，並賦予使用者權限，本系統之權限包含系統管理者與一般使用者，而畫面下方可以查詢目前系統之使用者相關資訊。
- (2) 械彈入庫新增：當械彈撥補到連隊，須將彈藥箱貼附 RFID 標籤，以便納入系統管制。新增彈藥箱作業之使用者操作介面如圖 14 所示，系統管理者可以將新增之彈藥箱與欲貼附之電子標籤卡號關聯，並填入械彈之編號、品名與數量，按下確認新增之按鈕選項，即可完成械彈入庫新增作業。

- (3) 械彈異動更新：當部隊執行射擊訓練之戰



圖 13. 使用者管理作業之使用者操作介面。

訓勤務時，須將械彈攜出彈藥庫房，完成任務後械彈數量也會變動，因此，我們彈藥箱資訊更新作業之使用者操作介面，如圖 15 所示，系統管理者可以透過此介面，更新庫房中彈藥箱內之械彈數量。



圖 14. 新增彈藥箱作業之使用者操作介面。



圖 15. 彈藥箱資訊更新作業之使用者操作介面。

- (4) 遠端即時監視：為了方便管理者掌握庫房內之相關資訊，我們開發了遠端即時監控功能之使用者介面，如圖 16 所示。畫面中右方顯示 5 個監視攝影機回傳之械彈庫房周遭狀況，左方則即時顯示庫房內之溫濕度數值、門禁管制狀況與目前庫房內之彈藥數量與狀態。

- (5) 歷史資料查詢：歷史資料查詢作業之使用者操作介面如圖 17 所示。在畫面左方，系統使用者可以選定欲查詢之日期，並在畫面右方點選欲查詢之項目，如溫濕度、庫房內彈藥或門禁進出等，進行相關歷史資訊之查詢功能。



圖 16. 遠端即時監控功能之使用者介面。



圖 17. 歷史資料查詢作業之使用者操作介面。

六、系統效能評估

6.1 實驗設計

為了評估本械彈管制系統讀取電子標籤的效能，我們建置了如圖 18 所示的測試環境。首先，我們架設了兩組天線，其距離間隔為 100 公分，每組天線之上、下天線與地面之距離分別為 105 公分與 35 公分。接著，在距離 D 的地方擺設木製彈箱，每個彈箱長為 35 公分，高為 24 公分，彈箱之排列採用五個為一列，由下往上堆疊，每個彈箱貼一張金屬用的電子標籤，共計有 N 張電子標籤。在本測試實驗中，我們將 D 分別設為 1、2、3 及 4 公尺，而 N 分別設為 15、20 及 30 張，以評估標籤放置距離及標籤數量對讀取率及讀取時間的影響。

在本測試環境中，我們採用 UHF 頻段之 RFID 讀取器來讀取貼附於彈箱上之電子標籤，然而，由於各種環境因素的影響，如讀取距離之遠近、同時被感應的 RFID 標籤數量或天線擺設位置等，常導致讀取率無法達到百分之百之情形，這也是目前各種導入 RFID 技術之應用系統所遇到的主要問題之一[23], [24]。

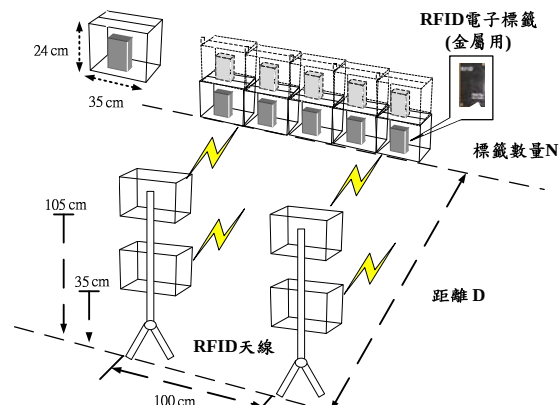


圖 18. 實測之硬體佈署示意圖。

為了改善此一問題，一些市面上現有之讀取器韌體與電子標籤晶片中已實現電子標籤之防碰撞技術，如 ALOHA 與 QT (Query Tree) 等通訊協定[25]，許多文獻也探討進階的防碰撞技術[26], [27]。然而，改善電子標籤之防碰撞機制並非本研究之探討議題。

在利用現有市面上 RFID 讀取器及電子標籤建置械彈清點系統之條件下，本研究提出一個可提升標籤讀取率之演算法，如表 1 所示。本演算法主要藉由在一個讀取週期中，多次讀取標籤，以增加每個標籤被讀到的機率，並以一個讀取週期內讀取到的標籤數來計算讀取率。

表 1 演算法之輸入為 N：佈署之電子標籤總數及 M：一個讀取週期內中介軟體命令 RFID 讀取器讀取標籤的次數；而輸出為 RR：一個讀取週期之標籤讀取率(Reading Rate)及 T：一個讀取週期所耗的時間。演算法詳細說明如下：

1-4 行：宣告兩組字串陣列 Tag_Read 及 Tag_Acc，其大小皆為 N，Tag_Read 用來儲存中介軟體單次回傳的電子標籤資訊，Tag_Acc 用來儲存累計(Accumulated)讀到的電子標籤資訊。接著，宣告一個布林旗標 Flag 與兩個時間型別變數 T1 及 T2。

5 行：儲存讀取週期之開始時間到 T1 中。

6 行：一個讀取週期要讀取標籤 M 次，因此利 For 迴圈執行 M 次。

8 行：清除 Tag_Read 陣列中之內容。

9 行：呼叫 CallMiddleware()，以便中介軟體命令 RFID 讀取器讀取電子標籤一次，

表 1. 可提升標籤讀取率之演算法

Inputs : (1) N：佈署之電子標籤總數。 (2) M：一個讀取週期內中介軟體命令 RFID 讀取器讀取標籤的次數。
Outputs : (1) RR：一個讀取週期之標籤讀取率(Reading Rate)。 (2) T：一個讀取週期所耗的時間。
Algorithm : <pre> 1 String [] Tag_Read= new String[N] 2 String [] Tag_Acc= new String[N] 3 bool Flag 4 Time T1,T2 5 T1=Time.Now 6 For (int i=0;i<M;i++) 7 { 8 Tag_Read.clear() 9 Tag_Read=CallMiddleware() 10 For(int j=0;j<Tag_Read.Length;j++) 11 { 12 Flag=Tag_Acc.Search(Tag_Read[j]) 13 If(Flag == false) 14 { 15 Tag_Acc.add(Tag_Read[j]) 16 Flag == true 17 } 18 } 19 } 20 T2=Time.Now 21 T=T2-T1 22 R = Tag_Acc.Length 23 RR=(R/N)*100%</pre>

並將結果存入至 Tag_Read 陣列中。

10 行：計算 Tag_Read 陣列之長度，即為單次讀取到之電子標籤數量。為了逐一比對每一個標籤是否已經被讀取過，因此，利用 For 迴圈執行 Tag_Read.Length 次。

12 行：搜尋 Tag_Read 陣列中第 j 個電子標籤資訊是否已經記錄於 Tag_Acc 陣列中，若是，則回傳 true，若否，則回傳 false，並將結果存入 Flag 中。

13-16 行：檢查 Flag 是否為 false，若是，則將第 Tag_Read 陣列之第 j 筆電子標籤資訊新增到 Tag_Acc 陣列中，同時將 Flag 設為 true。

20 行：儲存讀取週期之結束時間到 T2 中。

21 行：計算讀取週期所花費的時間 $T=T2-T1$ 。

22 行：計算 Tag_Acc 陣列之長度，即為累計讀取完成之電子標籤數量，並存入 R 中。

23 行：計算讀取率 RR，其公式為

$$RR = \frac{R}{N} \times 100\%$$

6.2 實測結果與討論

依據前述之測試實驗流程，每一種實驗都進行 10 次，以獲得相關測試之平均數據。首先，分析同時讀取 15 張電子標籤($N=15$)之讀取率與所需之讀取時間，分別如圖 19 與圖 20 所示。圖 19 顯示，在讀取距離為 1 公尺與 2 公尺，且讀取次數在 3 次以上，其讀取率皆可達到 100%。圖 20 顯示，在讀取距離為 1 公尺與 2 公尺，讀取 3 次之平均讀取時間分別為 4.37 秒及 4.69 秒。而讀取距離為 4 公尺時，因為讀取距離過遠，經過 10 次之讀取，其讀取率皆未達 30%，也因為如此，回傳至 Reader 之資料量減少，所以花費之平均時間最短。

接著，我們又分別進行了 $N=20$ 與 30 之讀取效能測試，其結果顯示， $N=20$ 的狀況，距離 1 公尺且讀取次數為 4 次時可達 100%之讀取率，所需之讀取時間為 7.18 秒。在 $N=30$ 之狀況，亦在距離 1 公尺且讀取次數為 4 次時可達 100%之讀取率，唯所需之讀取時間延長至 8.1 秒。

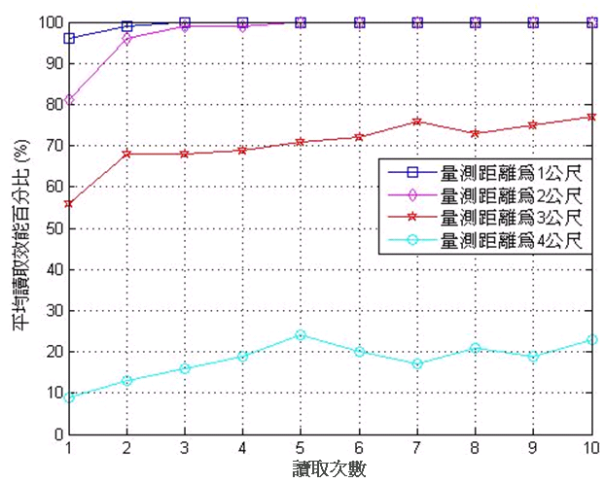


圖 19. 15 張標籤之讀取率測試結果。

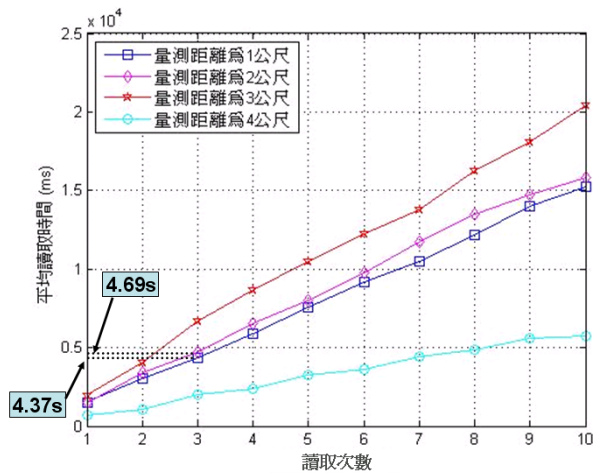


圖 20. 讀取 15 張標籤之平均時間。

表 2 為綜整讀取 15、20 及 30 張電子標籤可以達到 100%讀取率之讀取距離及所需之讀取次數與花費時間測試數據一覽表。從表中可得知，若在庫房中佈署 1 組天線，且天線距離彈箱 1 公尺時，讀取週期設為 4 次，可於 8.1 秒內，同時監控 30 個彈藥箱。在天線距離彈箱 1 公尺時，讀取週期設為 3 次，可於 4.37 秒內，同時監控 15 個彈藥箱。

綜合上述分析，我們可以了解，同時讀取之電子標籤張數越多，所需花費的時間越久；若要確保 100%之讀取率，除了讀取距離不宜太遠外，也需如本節所提演算法一樣，進行多次之讀取。將來隨著使用較先進的 RFID 讀取器及電子標籤，將可進一步增加讀取距離，並降低讀取時間。相信，國軍各單位未來要建制械彈管制系統時，只要參考本節所示之測試環境建置與標籤讀取法，即可很容易地測試出符合單位需求之最佳標籤讀取距離及所需之讀取次數與讀取時間等系統效能數據。

七、結論

本論文提出一個運用 RFID 技術與新一代分散式系統整合技術-網路服務之自動化械彈管制系統，可用以改進現行械彈管制作業既存之缺失，如械彈清點作業耗費人力與時程、相關簿冊需以人工填寫記錄、缺乏即時庫房環境資訊、缺乏即時警示訊息通知等。本系統並已依國軍庫儲作業流程完成整合測試與效能評估，測試結果驗證了本系統各項設計之有效性。

表 2. 讀取 15、20 及 30 張電子標籤可以達到 100%讀取率之讀取距離及所需之讀取次數與花費時間測試數據一覽表

標籤張數	讀取距離	讀取次數	讀取時間
15 張	1 公尺	3 次	4.37sec
15 張	2 公尺	3 次	4.69sec
20 張	1 公尺	4 次	7.18sec
30 張	1 公尺	4 次	8.1sec

本論文具體之貢獻包括以下幾點：(1)深入探討國軍現行械彈管制作業流程，具體指出尚待改進之缺失，並提出運用 RFID 及資訊與網路技術發展自動化械彈管制系統之實現方法與參考範例。(2)訂定自動化械彈管制系統之核心功能需求，並據以設計一個自動化械彈管制系統實現架構。(3)建構一個以網路服務為基礎之遠端監控伺服器，並說明各項核心功能服務，如「械彈管理」、「溫濕度感測」、「門禁管制」、「遠端監視」、「警示回報」與「資料查詢」等之設計方法。(4)設計一個適用於械彈管制應用之通用型中介軟體，具備「圖形使用者介面」、「資料處理」、「資料安全」與「裝置管理」等功能，可用以容易地管理不同類型的設備，並可收集、處理與安全傳輸這些設備的資訊。(5)以 XML 技術定義了中介軟體蒐集資料之文件格式，使遠端監控伺服器收到資料文件後，可以輕易地加以剖析並運用。(6)例示了如何建置評估 RFID 電子標籤讀取效能之測試環境，並在利用現有市面上 RFID 讀取器及電子標籤之條件下，提出一個可提升標籤讀取率之演算法，可據以測試出符合單位需求之最佳標籤讀取距離及所需之讀取次數與讀取時間等系統效能數據。

本論文之研究成果具有完整性與實用性，對於 RFID 網路資訊系統之實際應用可提供系統整合設計與技術之良好參考與貢獻，相信可以作為國軍未來建構自動化械彈管制系統之有用參考。

RFID 技術在應用上仍存在有隱私權 (Privacy) 及安全性 (Security) 等問題，已有很多

文獻探討如何增進RFID之使用安全性與隱私保護[28]，如何進一步增進本系統之安全性將是本研究未來的研究議題之一。

致謝

作者感謝國防大學理工學院96年教師專題研究案之經費補助，以及國科會計畫(編號NSC 95-222-E-606-011-MY3)之經費補助，讓本研究得以順利進行。

參考文獻

- [1] Finkenzeller, K., RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, John Wiley & Sons, England, pp.1-9, 2003.
- [2] RFID Journal Web Site.
<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1414/1/1/>
- [3] RFID Journal Web Site.
<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1876/1/1/>
- [4] Huang, G. Q., Zhang, Y. F., Jiang, P. Y., "RFID-based Wireless Manufacturing for Walking-Worker Assembly Islands with Fixed-Position Layouts," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol.23, Issue 4, pp. 469-477, Aug. 2007.
- [5] Chow, H. K. H., Choy, K. L., Lee, W. B., Lau, K. C., "Design of a RFID Case-Based Resource Management System for Warehouse Operations," Vol. 30, Issue 4, pp. 561-576, May. 2006.
- [6] Adams, G., "Pharmaceutical Manufacturing: RFID – Reducing Errors and Effort," *Filtration and Separation*, Vol. 44, Issue 6, pp. 17-19, July 2007..
- [7] W3C Web Services Web Site.
<http://www.w3.org/2002/ws/>
- [8] Hung, M. H., Cheng, F. T., and Yeh, S. C., "Development of a Web Services Based e-Diagnostics Framework for Semiconductor Manufacturing Industry," *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, Vol. 17, No. 5, pp. 122-135, February 2005.
- [9] Hung, M. H., Chen, K. Y., and Lin, S. S., "A Web-Services-based Remote Monitoring and Control System Architecture with the Capability of Protecting Appliance Safety," *Journal of Chung Cheng Institute of Technology*, Vol. 34, No. 1, pp. 385-402, 2005.
- [10] Hoag, J. E., Thompson, C. W., "Architecting RFID Middleware," *IEEE Internet Computing*, Vol.10, Issue 5, pp. 88-92, Sept. 2006.
- [11] Floerkemeier, C., Roduner, C., Lampe, M., "RFID Application Development With the Accada Middleware Platform," *IEEE Systems Journal*, Vol. 1, Issue 2, pp.82-94, Dec. 2007.
- [12] XML Specification.
<http://www.w3c.org/XML>
- [13] HTTP Specification.
<http://www.w3c.org/Protocols/Specs.html>
- [14] SOAP Specification. <http://w3c.org/tr/soap>
- [15] Hung, M. H., Chen, K. Y., Ho, R. W., and Cheng, F. T., "Development of an e-Diagnostics/Maintenance Framework for Semiconductor Factories with Security Considerations," *International Journal of Advanced Engineering Informatics*, Vol. 17, Issues 3-4, pp. 165-178, July/October 2003.
- [16] Waite, S., "Securing Online Business with SSL," *Network Security*, Vol. 2006, Issue 3, pp. 10-12, 2006.
- [17] Microsoft Visual Studio.
<http://www.microsoft.com/taiwan/vstudio/>
- [18] 智基資訊股份有限公司網站。
<http://www.stoneax.com.tw/product/product3.htm>
- [19] Intermec Inc. <http://www.intermec.com/>
- [20] Cimtrac Inc. <http://www.cimtrac.com.tw/>
- [21] Advantech Inc.
<http://www.advantech.com.tw/>
- [22] 威迅科技股份有限公司網站。
<http://86079841.boss.com.tw/>
- [23] Medeiros, C. R., Costa, J. R., and Fernandes, C. A. "RFID Smart Shelf With Confined Detection Volume at UHF." *IEEE*

Antennas and Wireless Propagation Letters,
Vol. 7, pp. 773-776, 2008.

- [24] Lehto, A., Nummela J., Ukkonen, L., Sydanheimo, L., and Kivikoski, M. "Passive UHF RFID in Paper Industry: Challenges, Benefits and the Application Environment," IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, Vol. 6, No. 1, pp.66-79, Jan. 2009.
- [25] Shih, D.-H., Sun,P.-L., Yen, D. C. Huang, S.-M., "Taxonomy and Survey of RFID Anti-Collision Protocols," Computer Communications, Vol. 29, Issue 11, pp. 2150-2166, 2006.
- [26] Maina, J. Y., Mickle, M. H., Lovell, M. R., Schaefer, L. A., "Application of CDMA for Anti-Collision and Increased Read Efficiency of Multiple RFID tags," Journal of Manufacturing Systems, Vol. 26, Issue 1, pp. 37-43, 2007.
- [27] Yeh, M.-K., Jiang, J.-R., Huang, S.-T., "Adaptive Splitting and Pre-Signaling for RFID Tag Anti-Collision," Computer Communications, Vol. 32, Issue 17, pp. 1862- 1870, 2009.
- [28] Spiekermann, S., Evdokimov, S. "Critical RFID Privacy-Enhancing Technologies," IEEE Security & Privacy, Vol. 7, Issue 2, pp.56-62, March-April, 2009.

