

國防部 113 年度

「國防部補助軍事院校教師(官)從事學術研究案」成果報告

研究計畫名稱：軍事用品智能化管理系統開發與驗證

委託單位：國防部

研究單位：空軍航空技術學院

研究計畫主持人：劉力愷 講師

協 同 主 持 人：涂德文 教授

林志勳 助理教授

蘇芊堇 助理教授

林安志 講師

黃俊杰 講師

國防部編印

中 華 民 國 1 1 3 年 1 1 月 2 9 日

摘要

本研究的目的是開發一套結合 AIoT、無線傳輸和邊緣運算技術的軍事物資智能管理系統。此系統針對傳統管理模式之限制進行改善，有效提升資產管理的靈活性和安全性，並為未來軍事運作中的高效管理提供了可行方案。本研究的核心在於利用物聯網技術結合無線傳輸、即時數據監控和分析功能，構建一個安全可靠之軍用藥品智能管理系統。與傳統人工管理方式相比，該智能系統可透過引導式電子標籤和 ZigBee 網絡實現高效的物資定位與追蹤，並自動更新物資狀態，供決策者即時掌握。此設計不僅提升了資源利用效率，還為軍事後勤及軍醫部門提供了一個先進工具，以應對軍中快速反應需求；此外，本研究的一個重要焦點是應用 AIoT 技術（人工智慧與物聯網）來加強軍事物資之即時監控與數據分析。透過自動化的數據收集和管理系統，此方法能大幅減少因人工操作導致的錯誤，從而提升系統之準確性與可靠性。此系統亦可適應各種作業環境，提供從倉儲管理到醫療物資追蹤等多項任務之穩定支持和數據參考。

關鍵字：人工智慧、物聯網、智能管理系統、智慧醫療

Abstract

The objective of this study is to develop an intelligent military supply management system that integrates AIoT, wireless transmission, and edge computing technologies. This system addresses the limitations of traditional management models, significantly enhancing flexibility and security in asset management. It provides a feasible solution for efficient management in future military operations. The core of this research is to leverage IoT technology combined with wireless transmission, real-time data monitoring, and analytical capabilities to construct a secure and reliable intelligent military pharmaceutical management system. Compared to conventional manual management methods, this intelligent system can utilize guided electronic tags and a ZigBee network to enable efficient asset localization and tracking while automatically updating the status of supplies for real-time decision-making. This design not only improves resource utilization but also provides the logistics and military medical departments with an advanced tool for meeting rapid response requirements within the military. Additionally, a key focus of this study is to apply AIoT (Artificial Intelligence and Internet of Things) to strengthen real-time monitoring and data analysis of military supplies. Through an automated data collection and management system, this approach substantially reduces errors caused by manual operation, thereby enhancing system accuracy and reliability. The system is also adaptable to various operational environments, providing stable support and data references for tasks ranging from storage management to the tracking of medical supplies.

Keywords : Artificial Intelligence, Internet of Things, Intelligent Management System, Smart Healthcare.

目錄

摘要.....	ii
Abstract.....	iii
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
第一章 前言	2
第一節 研究緣起與背景.....	2
第二節 研究目的及研究問題.....	2
第三節 文獻探討.....	3
第二章 實驗方法及設備	6
第一節 實驗設備.....	6
第二節 實驗方法.....	9
第三章 實驗過程與討論	15
第一節 智慧藥品管理系統開發與設計.....	15
第二節 實用性.....	21
第三節 研究提升.....	23
第四章 結論	24
參考文獻.....	27
個人資料表.....	29

圖目錄

圖 1、引導式電子標籤.....	6
圖 2、推播協調器.....	7
圖 3、無線傳輸模組.....	7
圖 4、直立式指示燈.....	8
圖 5、軍事用品智能化管理系統架構圖.....	9
圖 6、WMS 倉儲系統架構圖.....	10
圖 7、標籤管理系統架構圖.....	11
圖 8、IoT 物聯網主要結構.....	12
圖 9、智慧取藥調劑台軟硬體整合示意圖.....	16
圖 10、實際操作畫面.....	17
圖 11、智慧藥品管理系統作業流程.....	18
圖 12、藥品清單資訊列表.....	19
圖 13、設定電子紙標籤資訊，可使用外部電腦遠端設定.....	19
圖 14、藥品存放位置設定完成後電子紙標籤資訊同步更新.....	20
圖 15、系統即時查詢藥品各調劑台存放位置及庫存量.....	20
圖 16、電子紙標籤管理系統查詢處方藥品調劑記錄.....	21
圖 17、智慧藥品管理系統比較.....	22
圖 18、智慧藥品管理系統中電池比較.....	23

表目錄

表 1 各種 IoT 技術說明.....	13
----------------------	----

第一章 前言

第一節 研究緣起與背景

數位化與自動化已是目前全球趨勢，隨著技術的進步，特別是在數據處理、無線通訊和人工智能領域，各行各業都在積極探索數位化和自動化的解決方案。軍事領域也不例外，智能管理系統可被視為提高效率和準確性的關鍵工具。物聯網（AIoT）、大數據收集與分析、機器學習和雲端運算，皆是智能化管理技術一部分，並可提供軍事用品的跟蹤、監控和分析，進而管理變得更加高效與準確。

軍事需求與挑戰，日益增加的複雜性與規模隨著軍事裝備的多樣化和技術的進步，軍事物資的種類和數量不斷增加，管理的複雜性和挑戰也隨之增大。因應軍事操作要求高度的精確性和迅速反應，智能化管理系統能夠確保物資的及時供應，並減少人為錯誤，提高決策的效率和準確性。軍事物資往往涉及高度機密和安全性，因此需要一個既安全又可靠的系統來管理這些物資，以防止信息洩露和非法存取。

經濟與環境因素，在成本效益層面，智能化管理系統能夠有效減少人工成本，提高資源利用效率，從而節省大量經濟開支。在持續發展部分，隨著全球對可持續發展的關注，智能化管理系統有助於更加精準地預測和規劃物資使用，減少浪費，並對環境產生較小的影響。

軍事用品智能化管理系統的開發和應用，是對當前軍事物資管理挑戰的直接回應，同時也是對新興技術潛力的有效利用。這不僅提高了軍事行動的效率和準確性，還有助於提升整體安全性和經濟效益。隨著技術的不斷發展，這些系統將變得更加精密和智能化，從而在未來的軍事作戰和日常管理中發揮更大的作用。

第二節 研究目的及研究問題

1. 研究目的

軍事用品智能化管理系統的研究目的，重點在於如何利用先進技術來提升軍事物資管理的效率、準確性和安全性。以下是一些關鍵目標：

- (1)提高管理效率，利用引導式電子標籤，增進人工查找效率，並加快物資處理速度，提升整體運作效率。即時監控與追蹤，實現對軍事物資的即時追蹤與監控，從而快速回應物資需求和調配。
- (2)確保準確性與可靠性，通過精確的數據收集和分析，提高物資管理的準確性，減少錯誤和

遺漏。且提供可靠的數據支持，幫助軍事領導層做出更精確的策略決策。

(3)資源最優化利用：通過精確的需求預測和庫存管理，實現物資的最優化配置和使用。

(4)成本效益分析：降低運營成本，提高經濟效益，同時確保資源的高效利用。

2. 研究問題

本研究希望透過智慧醫療的概念，藉由探討下列幾個問題分析，並與實驗結果與之比較，以解決軍事用品智能化管理系統開發與驗證，提供應用在軍事單位醫務所之可行性。

問題一：如何提高醫務所人員交班效率及藥品定位管理？

問題二：如何提升病患的醫療品質及自動化程度？

問題三：智慧醫療系統建置過程中的資訊安全挑戰？

問題四：如何在處理龐大數據時，建置有效率的資料運算架構？

第三節 文獻探討

本文主要在探討智慧醫療、AIoT（人工智慧和物聯網）、低功耗無線技術（如 Zigbee）等領域的關鍵研究成果，並結合這些技術對智慧醫療系統設計的深遠影響。針對 AIoT 技術如何滿足智慧醫療的需求，並進一步探討其技術挑戰和應用前景：

（一）智慧醫療的發展與 AIoT 的角色

智慧醫療（Healthcare 4.0）建立在資訊通信技術（ICT）、大數據分析和人工智慧的基礎上，從傳統醫療過渡到數位化醫療，並逐步進化為具備診斷、預測和遠程監護能力的智慧醫療。

智慧醫療系統的主要目標包括提升醫療精準度、提高護理效率、降低運營成本等，並特別強調大數據的應用能支撐個性化和精準醫療。資料來源:工業技術與資訊月刊 314 期

AIoT 技術使得智慧醫療得以從以往的被動反應（reaction-based）轉變為主動監測和預測（proactive and predictive healthcare）。AIoT 裝置如可穿戴感測器、無線設備和邊緣運算技術，能夠持續監測病患的生理參數並即時分析，提升醫療干預的即時性(Kevin Maney,1999)。

AIoT 技術特別適合應用於慢性病患者之長期健康管理、重症病房中的即時監測和遠程醫療等場景，這些應用能顯著減少急性事件的發生，並提高病患的生存質量。資料來源:資策會(2010)

(二)物聯網 (AIoT) 在軍中醫療應用中的挑戰與機會

無線技術強調低功耗廣域網路 (LPWAN) 技術在智慧醫療中的應用價值，特別是 Zigbee、LoRa、NB-IoT 等技術的互補性。例如，Zigbee 具備低功耗、短距離傳輸和網狀網路的優勢，非常適合室內環境中的即時監測系統，特別是智慧病房和智能家居場景。

此外，與 Wi-Fi 和藍牙相比，Zigbee 等低功耗技術在降低運營成本、提升設備電池壽命方面具有較強的競爭力，使其成為醫療應用的理想選擇。資料來源:itThome 物聯網技術大剖析

雖然 IoT 技術已經廣泛應用於醫療領域，但數據的標準化、設備的互操作性和安全性仍是重大的挑戰。醫療物聯網系統通常需要處理來自不同設備的大量異構數據，實現系統間的無縫連接和數據互通是 AIoT 系統設計的難點之一。

文獻指出，數據標準化和互操作性不足會影響醫療數據的整合應用和決策支持系統的精確性。因此，未來研究需探索更為統一的數據協議和高效的數據處理方法，以提升醫療物聯網的應用效果。資料來源:itThome 物聯網技術大剖析

(三)人工智慧在軍中智慧醫療中的作用

機器學習是人工智慧在智慧醫療中的核心技術之一。文獻顯示，機器學習算法能夠通過對醫療大數據的深度分析，從中識別疾病風險因子並進行健康風險預測。這些預測模型對慢性病管理和疾病早期發現具有顯著幫助，能夠提升醫療服務的精確性和患者滿意度。

大數據分析則可用於處理從醫療感測設備中收集的海量數據，並通過數據挖掘技術從中提取出有價值的信息，以支持臨床決策並制定個性化的健康管理方案。資料來源:資策會(2010)

邊緣運算作為人工智慧和物聯網技術的結合點，已在智慧醫療中逐漸得到重視。邊緣運算能在數據生成端（如感測器）附近進行即時處理，減少了數據傳輸到雲端的延遲，從而提高了系統的反應速度和穩定性。這對於需要即時響應的應用場景（如病患跌倒偵測和重症監控）至關重要。

文獻顯示，邊緣運算不僅能提升 AIoT 系統的運行效率，還可有效降低系統的網路負擔，使系統在大數據場景下依然能保持低延遲和高穩定性。資料來源:itThome 物聯網技術大剖析

(四)軍中數據隱私與安全性問題

醫療數據的高度敏感性和隱私性要求 AIoT 系統在設計時需符合嚴格的數據保護法規。GDPR、HIPAA 等法規對醫療數據的收集、處理、傳輸及存儲提出了嚴格要求，並要求醫療機構採取有效的技術手段保障數據安全。

文獻建議，醫療物聯網系統應在系統設計中引入加密技術、身份認證和多層防火牆，以保護病患隱私，並防止未經授權的數據訪問和洩露。資料來源:資策會(2010)

隨著物聯網設備的增多，醫療系統的攻擊面積增大，容易成為惡意攻擊的目標。常見的攻擊包括 DDoS 攻擊、數據偽造和設備劫持等。文獻中建議在醫療物聯網系統中引入區塊鏈技術，以提升數據的不可篡改性及透明性，從而提升數據的可信度。

此外，多層防火牆和端到端加密協議也被證明是有效的防護策略，有助於降低系統遭受攻擊的風險。資料來源:資策會(2010)

(五)未來展望

當前文獻強調了 AIoT、邊緣運算和大數據技術在智慧醫療中的應用價值，但仍缺乏對多技術整合的深入研究。未來可探討 AIoT 技術與 5G、區塊鏈的融合應用，以進一步提升數據傳輸速度和系統安全性。資料來源:遠傳轉型辦公室 5G 大人物企業應用暨產品處「智慧醫院解決方案」, 2020

大部分文獻研究集中於 AIoT 技術的短期應用效果，缺乏對技術長期應用的成本效益及可擴展性分析。未來研究可以從長期效能的角度，探索 AIoT 技術在醫療領域中的持久影響，並對其經濟效益進行量化分析。資料來源:itThome 物聯網技術大剖析

儘管個性化醫療已逐步受到重視，但大多數智慧醫療系統仍處於初級應用階段，未能充分發揮 AI 在個性化診療方面的潛力。未來研究可在個性化算法的開發和精準醫療數據模型的構建上投入更多資源，以實現病患需求的精細化服務。資料來源:itThome 物聯網技術大剖析

第二章 實驗方法及設備

實驗智慧醫療實驗模組裝置，藉由燈號的設計及無線傳輸技術的分析，將病患的用藥與病歷結合，以探討軍事用品智能化管理系統開發與驗證成效。

第一節 實驗設備

本研究所使用實驗設備各項目說明如下：

環境系統建置：

A. 引導式電子標籤，如圖 1 所示，

- 具 LED 導引功能，可透過遠端控制顯示亮燈及顏色。
- 具有 Zigbee (2.4GHz)無線傳輸功能。
- 具訊息回傳功能，內嵌開關或刷取顯示的條碼可回傳訊號。
- 具雙向通訊功能，可回報電池電量及狀態等訊息。



圖 1、引導式電子標籤

B. 推播協調器，如圖 2 所示，

- 具有 Zigbee (2.4GHz)無線傳輸功能。
- 可串接電子標籤將上位資訊推播並顯示於電子紙上。
- 可一次同時推播上位資訊至電子標籤，無需逐一推播顯示。
- 具多工推播功能，以支援多位人員同時取料作業。
- 引導式電子標籤管理總數量，最多可達 1664 個引導式電子標籤。



圖 2、推播協調器

C. 無線傳輸模組，如圖 3 所示，

- 具有 Zigbee (2.4GHz)無線傳輸功能。
- 具 RS-485 通訊，可與感測元件及電錶通訊連線取得資料數據。
- 具 4 組 Digital IN 。
- 具 4 組 Dry Contact OUT。



圖 3、無線傳輸模組

D. 直立式指示燈，如圖 4 所示，具三色指示燈，在廣大倉儲區域，顯示不同燈號可提醒取貨的使用者至該區域取貨，細部取貨提醒則由引導式電子標籤引導取貨。



圖 4、直立式指示燈

第二節 實驗方法

軍事用品智能化管理系統：

系統架構圖如附圖 5 所示，研究重點：WMS 倉儲管理系統建置、標籤管理系統建置及硬體設備建置(引導式電子標籤、直立式指示燈、橋接器、無線傳輸模組、推播協調器)。WMS 倉儲管理系統透過 TCP/IP(區域網路)，採用 JSON/TEXT/XML 格式，通訊傳輸各項指令，標籤管理系統收到指令訊息後，將指令訊息解析後，依據訊息將資訊傳輸指定的推播協調器，推播協調器即推播發布資訊置引導式電子標籤或指示燈亮燈並顯示資訊。



圖 5、軍事用品智能化管理系統架構圖

WMS 倉儲系統建置：

本計畫預計以 C#程式語言與 SQL Server 資料庫建置 WMS 倉儲系統，如圖 6 所示。主要針對數據處理及通訊傳輸，並利用大數據技術來分析和處理大量的物資數據，以提高決策的質量和速度。

A.系統功能：包含庫存管理功能、工單管理功能、報表功能及權限功能。

B.使用者介面(UI/UX)：使用者互動介面。

C.資料庫：存儲所有倉儲相關的數據，如庫存紀錄、工單細節等。

D.通訊傳輸控制：與硬體的通訊傳輸控制服務程式。

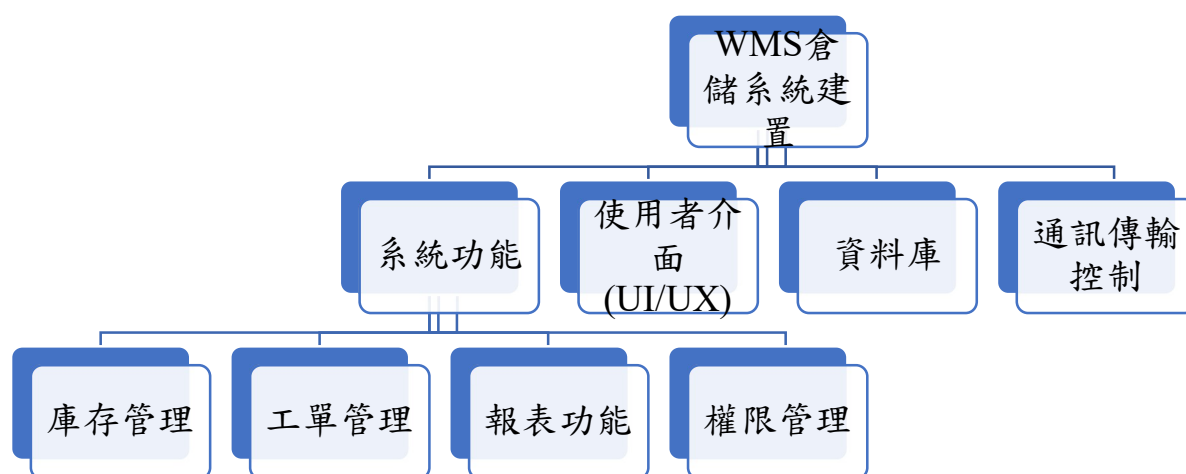


圖 6、WMS 倉儲系統架構圖

標籤管理系統建置：

本計畫預計以 C#程式語言開發標籤管理系統，如圖 7 所示。主要針對管理大量的引導式電子標籤及通訊傳輸控制。

A.系統功能：包含標籤版面管理功能、標籤狀態管理功能。

B.使用者介面(UI/UX)：使用者互動介面。

C.通訊傳輸控制：與硬體的通訊傳輸控制服務程式。

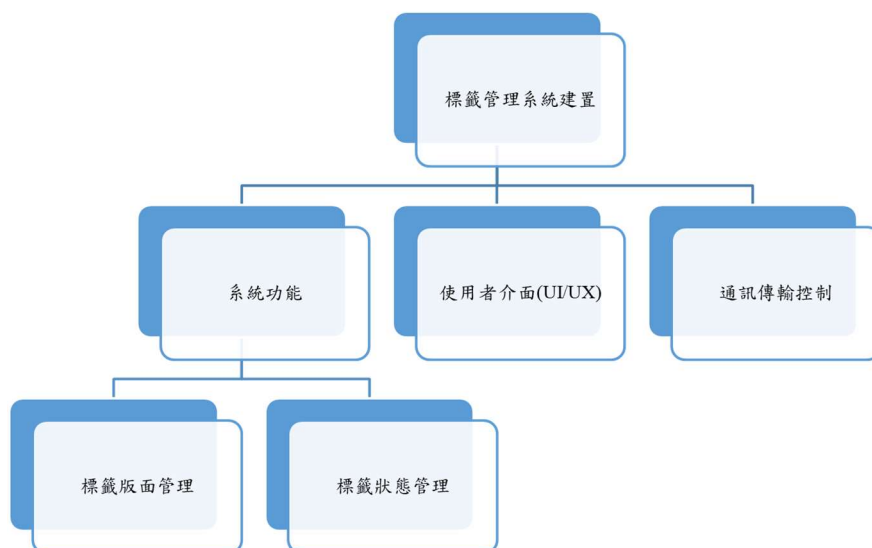


圖 7、標籤管理系統架構圖

IoT 相關技術介紹：

物聯網（IoT）旨在透過嵌入式感測器、API 等技術裝置，將日常生活中的物件，例如車輛、機器、家電等，透過網際網路進行連結與資訊交換。自 1999 年以來，物聯網逐漸成為智慧生活的關鍵技術，其核心在於將各種實體空間中的設備智能化，無論是家中小至手機、遙控器，或是大至鐵路、橋樑等大型設施，物聯網技術的應用範疇極為廣泛。

物聯網透過智慧物件在環境中進行感測、辨識，並將收集到的資訊自動傳輸至網際網路。這些智慧物件能主動將即時訊息分享給使用者，且使用者可透過遠端控制或預設行為模式，讓智慧物件因應不同情境自動運行。物聯網的應用場域已經覆蓋了交通、環境保護、公共安全、家居安全、工業監測、醫療保健等各個領域，對生活品質的提升有著極大的助益。

物聯網的架構一般分為三個層次：

(1)感知層（Sensor level）：類似於人類的五官，負責蒐集環境中的各類數據。這一層的技术涵蓋聲音、光線、溫度、壓力等感知工具，包含三類感測器：物理性（如光感應）、化學性（如氣體感測）、生物性（如酵素偵測），實現對看、聽、聞等各種觸覺的精密偵測。此外，辨識器（如 RFID、QR 碼）負責標記與識別物品的身份；影音監控則利用影像、聲音識別技術來偵測物體的身份與動向，應用包括網路監視攝影機、智能音箱及語音辨識等。

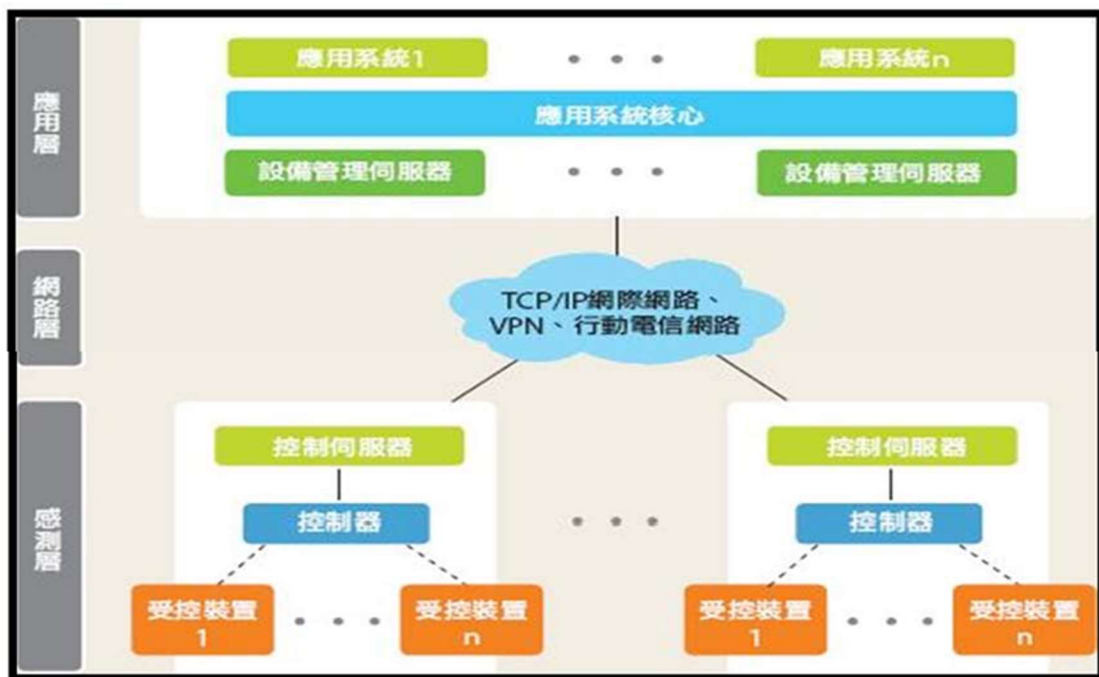


圖 8、IoT 物聯網主要結構

(2)網路層（Network level）：物聯網中的網路層負責將感知層蒐集的數據進行傳輸，實現不同設備間的連結與數據共享。根據距離需求，網路層主要分為近距通訊和遠距通訊兩大類別：

近距通訊(100 公尺內)：適用於短距離的高功耗連接技術，包含藍牙、WiFi、4G 和 ZigBee 等。這類技術的傳輸距離較短，且通常具有較高的功耗與成本，適用於小範圍內的數據傳輸需求，例如家庭或辦公室的智能設備連結。

遠距通訊：針對需要更廣覆蓋範圍的應用場景，遠距通訊分為 LoRa 和窄頻物聯網（NB-IoT）兩大技術。LoRa（Long Range）作為一種低功耗廣域網（LPWA）技術，已獲得許多產業的支持，適用於低頻率、低速率且長距離的數據傳輸。相比之下，NB-IoT 則提供更高的速率和更大的覆蓋範圍，逐漸成為物聯網領域未來的標準技術之一。

(3)分析應用層（Analysis level）：分析應用層是物聯網實現智慧化的核心技術層，依賴於人工智慧（AI）、機器學習（Machine Learning）及模式識別（Pattern Recognition）等技術，能夠從感知層回傳的大量數據中進行分析與解讀。透過這些技術，IoT 系統可以從不同數據模式中預測行為、優化設備性能、提升服務效率，使物聯網的應用更加精準化與自動化。

資料來源：Wi-Fi Alliance、ZigBee Alliance、BlueTooth SIG、WiFi、Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Std

表 1 各種 IoT 技術說明

技術種類	NB-IoT	LoRa	Zigbee	Wi-Fi IoT
架構方式	蜂槽式網路	LoRa 網路	Zigbee 網路	Wi Fi
傳輸距離	遠距離10km) base on Bsae station	遠距離10km	10m~100m	100m
接入量	20萬sensor	5000 sensor	200-500 sensor	100-200 與 wifi 接取有 關
成本	10 美金以下	5 美金	5美金	10美金
電池	3-5年	3-5年	2-3年	1. AP內建 2. AP外掛(透過 AP 供電)
Bandwidth	700M	920~928MHz	2.4G	2.4G
latency	6-10sec	TBD	less 1sec	less 1sec
適合場域	戶外場域	戶外場域	室內場域(定位)	室內場域

根據上面敘述這四種通訊協定（NB-IoT、LoRa、ZigBee、Wi-Fi）各自具有獨特的特點和應用範疇，適合在不同的物聯網場景中使用：

(1)NB-IoT (Narrowband IoT)：NB-IoT 是 3GPP 定義的 LPWAN 標準，設計上針對低成本、長電池壽命和高密度連接，特別適合於室內覆蓋。這項技術的頻寬限制在 200kHz，使用 OFDM 調變來處理下行通訊，並依賴行動電信基站提供廣泛的服務範圍（理論上可達 10 公里）。NB-IoT 的商業模式基於「月租制」，使用者按月繳費，因此當感測器數量增多時，整體成本會較高。此外，由於 NB-IoT 多依賴電信的雲端平台，因此對於隱私有顧慮的客戶可能會較為敏感。

(2)LoRa (Long Range)：LoRa 是低功耗廣域網路 (LPWAN) 技術，由 Semtech 公司於 2013 年推出。LoRa 技術同樣適合長距離和低功耗需求，最遠傳輸範圍可達 12 公里，主要適合在成本敏感的自建系統中使用。近年來，由於許多電信業者轉向 NB-IoT，LoRa 的應用逐漸集中於自營或小型整合項目。LoRa 特別適合無需依賴電信基站的環境，適用於自建的監控或遠距設備管理方案。

(3)ZigBee：ZigBee 是一種短距、低功耗的無線通訊協定，適合於智慧建築、家居控制等 IoT 應用。其低速率（250 kbps）與 50 公尺的距離限制，支援多種網路拓撲結構（如星狀、網狀）。ZigBee 的網路可以通過相鄰節點的 ZigZag 方式達成高彈性傳輸，因此適合在智能家居、醫療看護等應用中維持穩定連結。隨著 ZigBee 3.0 標準推出，各種 ZigBee 應用將更統一，並集中於智慧家庭、互聯照明、公共建設和零售服務四大領域。

(4)Wi-Fi for IoT：Wi-Fi 是目前應用最廣泛的無線技術，進入 Wi-Fi 6 (IEEE 802.11AX) 後，傳輸速率已接近 10Gbps。許多 Wi-Fi AP (Access Point) 和網通設備開始內建或外掛 IoT 模組，便於整合在各類物聯網應用中。Wi-Fi 對於高流量和即時性要求較高的應用尤其適合，但其功耗較高，因此通常用於對耗電量不敏感的場景，如智能家居或智能照明。

本研究所探討的軍事用品智能化管理使用的實例，亦透過現有短距、低功耗的無線通訊協定 ZigBee 作為分析。綜合上述多種技術，各有千秋，也各有愛好者及各種不同的場域有其運用技術的情境。

第三章 實驗過程與討論

第一節 智慧藥品管理系統開發與設計

在本研究中，智慧藥品管理系統以推波協調器作為核心，結合 ZigBee 技術構建了一款具備可交換滾軸設計的智慧藥品管理系統，並開發了對應的用藥歷程管理平台。該系統針對醫療監測中的數據安全性和穩定性要求，選用 ZigBee 進行設備間的數據傳輸和系統控制，使得整個用藥管理系統具備高效穩定的性能，特別適合於智慧醫療應用場景。

其中系統以推波協調器作為核心，負責整體組件的運行控制。為確保藥品的高效分類與準確識別，智慧藥品管理系統集成了藥局的 HCI 全自動包藥機和 QR-Code 技術，通過引導式電子標籤精確定位。當標籤指示燈亮起後，系統啟動內部的 QR-Code 掃描模組，讀取藥包上的使用者身份及藥物信息，並通過 ZigBee 將數據安全、快速地傳輸至用藥歷程管理平台。這種數據傳輸方式既能保證數據的即時性，又避免了傳統 Wi-Fi 連接的不穩定性。

另外本研究為了提升智慧藥品管理系統便捷性與安全性，智慧藥品管理系統在設計上充分考量了新進人員及資訊操作能力較弱的使用者，將便捷性和安全性作為核心設計原則。藥袋設計可容納多種類及多數量的藥量，即可避免頻繁的藥物裝填，且防止了藥物錯放的風險。系統設計時不斷收集並回應使用者的反饋，逐步優化智慧藥品管理系統的功能，以達成不同用藥需求群體的最佳使用體驗。

在用藥歷程管理平台：監控與數據管理上，為了實現用藥管理的高效性和安全性，本系統構建了一個集成 ZigBee 的用藥歷程管理平台，提供了一套全面的監控和管理工具。平台包括使用者介面和後台資料庫，兩者協同運作，以滿足智慧醫療中對數據的高精度要求。

智慧藥品管理系統在使用者介面設計簡潔、直觀，透過應用程式用戶和醫護人員能隨時查看藥盒內藥包的儲存狀態以及歷史用藥記錄。當藥物數量即將用盡時，系統會自動發送提醒通知至用戶設備，以確保用藥的連續性和準確性。透過 ZigBee 網絡的高穩定性，這些提醒能實時、準確地推送至使用者，確保無中斷的用藥監控。

增加後台資料庫的設計，主要用於儲存使用者的用藥記錄、藥包狀態等信息，並與智慧藥品管理系統實時同步，確保記錄的更新和精確性。這一資料庫系統支持對用藥歷史的準確追溯和即時監控，為醫護人員提供可靠的健康管理數據。通過 ZigBee，後台資料庫可在低功耗的前提下，實現穩定、高效的數據交互，有效提高了數據處理的及時性。

本研究使用 ZigBee 技術的優勢，相較於 Wi-Fi 系統，ZigBee 具有低功耗、強穩定性的

優勢，非常適合醫療環境中的持續性應用。智慧藥品管理系統中的 ZigBee 模組可以輕鬆融入家庭 ZigBee 網絡，建立安全可靠的本地網路環境，保證數據傳輸的穩定性和安全性。同時，ZigBee 技術還能有效支持多設備間的聯網需求，滿足醫療環境中各設備同步操作的需求。

智慧藥品管理系統整合了多種功能，不僅提升了操作便捷性、數據安全性和數據準確性，還有效促進了智慧醫療環境中的系統內外協作。使用者介面的簡單操作和後台資料庫的精準記錄，使整體用藥管理更加流暢，為用戶和醫護人員提供了可靠的用藥管理支持。通過 ZigBee 技術，這一系統的運行更加高效穩定，實現了智能化的健康數據管理和用藥流程追蹤，有助於智慧醫療的推廣和應用。

綜上所述，本研究所設計的智慧藥品管理系統與用藥歷程管理平台運用了先進的 ZigBee 技術和物聯網架構，為新進人員和需要用藥依從性的病患提供了便利、安全的用藥管理工具。隨著智慧醫療的發展，該系統將有望成為家庭健康管理的有效組件，為實現高效、個性化的醫療服務奠定基礎。



圖 9、智慧取藥調劑台軟硬體整合示意圖

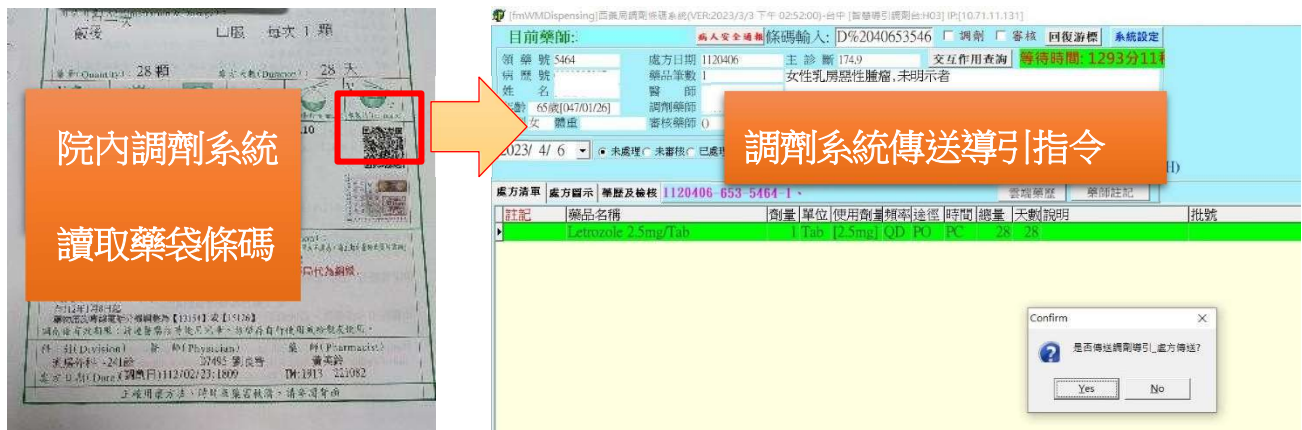


圖 10、實際操作畫面

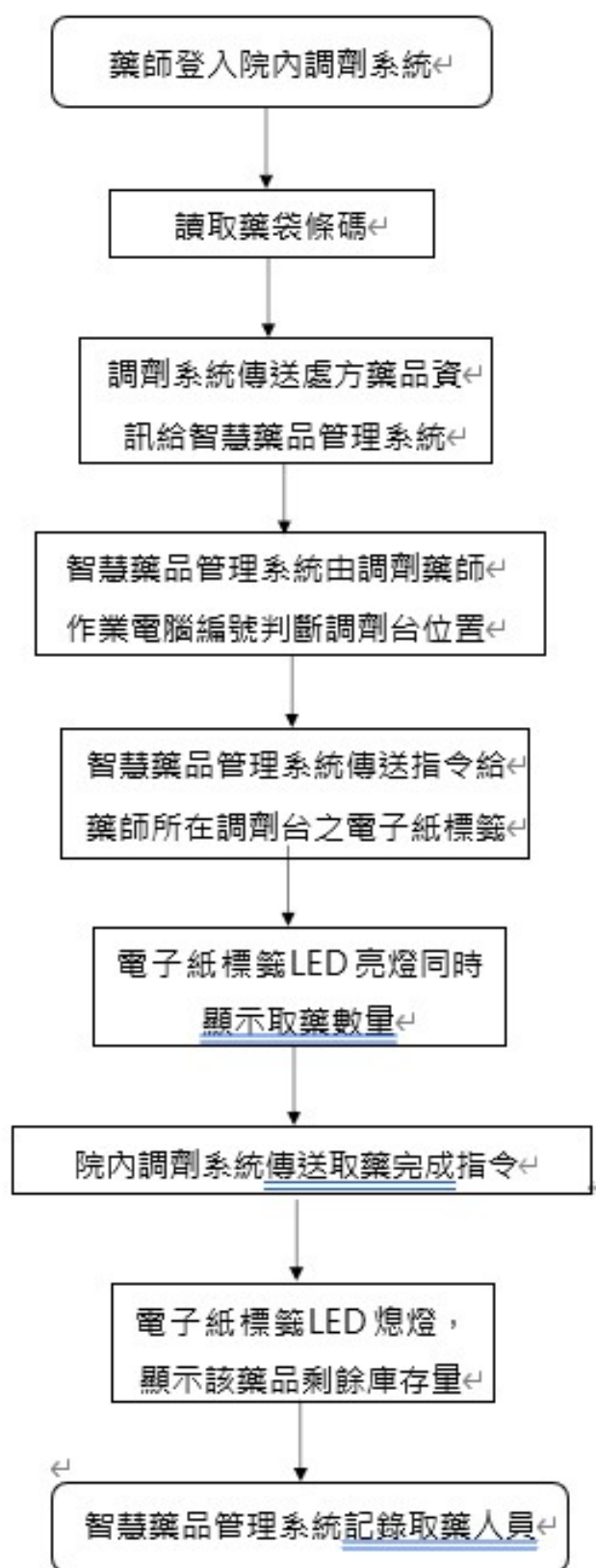


圖 11、智慧藥品管理系統作業流程

序號	指令代碼	藥品學名	中文名稱	商品名稱	操作
1	TABEMI5	Abemaciclib 150mg/Tab	捷惠寧膠衣錠	Verzenio 150mg/Tab	<button>新增</button> <button>查詢</button>
2	TABEMI5I	Abemaciclib 150mg/Tab(醫免)	捷惠寧膠衣錠	Verzenio 150mg/Tab(醫免)	<button>新增</button> <button>查詢</button>
3	TABEMA5I	Abemaciclib 50mg/Tab(醫免)		Verzenio 50mg/Tab(醫免)	<button>新增</button> <button>查詢</button>
4	TABIRAT	Abiraterone Acetate 250mg/Tab	澤珂錠	Zytiga 250mg/Tab	<button>新增</button> <button>查詢</button>

圖 12、藥品清單資訊列表

指令代碼

TALPRALI

藥品學名

Alprazolam(大) 1mg/Tab

中文名稱

1 毫克 景安寧錠

商品名稱

Kinax(大) 1mg/Tab

儲格

儲櫃(抽屜)

電腦

藥劑台

數量

1000

圖 13、設定電子紙標籤資訊，可使用外部電腦遠端設定

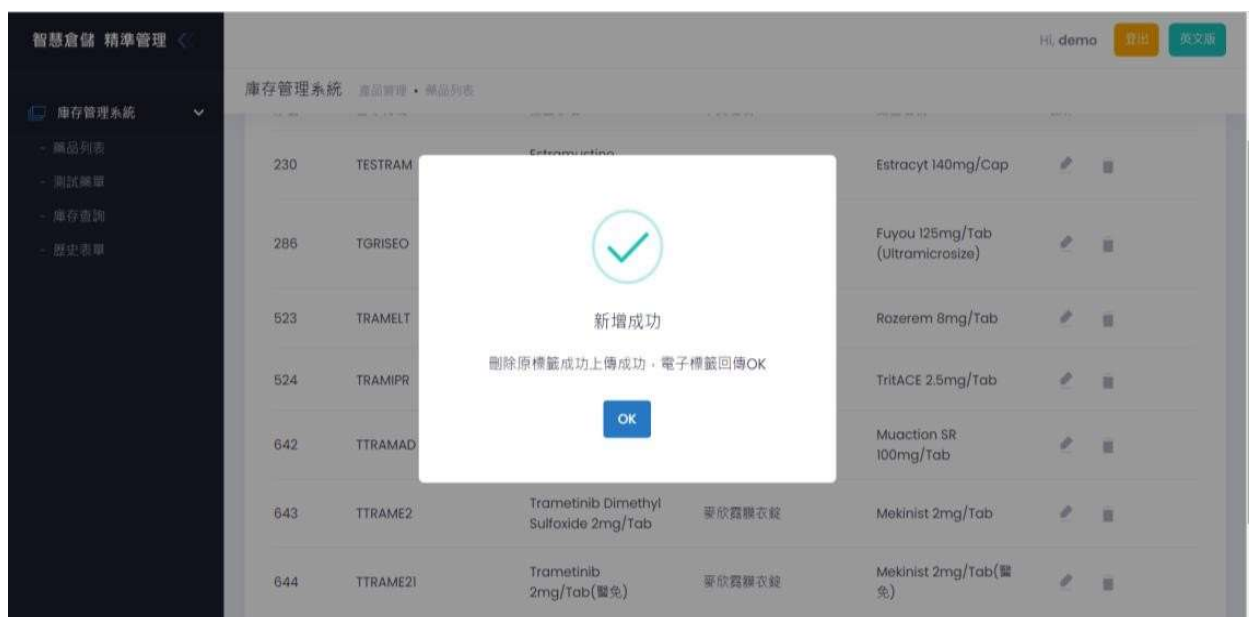


圖 14、藥品存放位置設定完成後電子紙標籤資訊同步更新



圖 15、系統即時查詢藥品各調劑台存放位置及庫存量

搜尋	序號	處方日期	處方獨立時間	庫位	電腦標籤	藥品學名	藥品中文名	廠牌名	劑型選擇	劑型異常	操作
▶ 12	I1203036535569	2023-03-03	18:24:53	653	H01	Isosorbide Dinitrate(異肼) 10mg/Tab	異肼硝酸酯	郭純如	完成標籤		執行取藥
▶ 11	I1203036535569	2023-03-03	18:24:53	653	H01	Topal(Algita b) chewable Tab(複方)	艾胃達咀嚼錠	郭純如	完成標籤		執行取藥
▶ 10	I1203036535569	2023-03-03	18:24:53	653	H01	Vitamin B(複方) complex Tab	添吉必健複方錠	郭純如	完成標籤		執行取藥
▶ 9	I1203036535569	2023-03-03	18:24:53	653	H01	Gabapentin 300mg/Cap	gabapentin膠囊	謝淑嫻	完成標籤		執行取藥
▶ 8	I1203036535569	2023-03-03	18:24:53	653	H01	Kentamin Cap(複方)	康思達含服囊	謝淑嫻	完成標籤		執行取藥

圖 16、電子紙標籤管理系統查詢處方藥品調劑記錄

第二節 實用性

結合 ZigBee 技術的無線電子紙標籤管理系統在智慧藥品管理系統中的應用，隨著智慧醫療技術的發展，智慧藥品管理系統對藥品管理的效率與精確度需求日益提升。本研究開發了一款整合 ZigBee 技術的無線電子紙標籤管理系統，旨在優化藥房調劑流程，並確保藥品取用的安全性與準確性。該系統採用無線網絡設計，搭配四色 LED 指示燈（紅、橙、綠、藍），使電子紙管理系統能同時推送多張藥單，滿足多位藥師同步操作的需求，每個調劑台可支援四位藥師同時調劑。

智慧化多藥師調劑支持，本系統設計允許藥師根據指示燈的顏色迅速辨識所需藥品的位置。LED 指示燈提供明確的視覺指引，幫助藥師快速識別並取藥，簡化了調劑流程，並顯著降低取藥錯誤的風險。電子紙管理系統能即時推送藥單內容，並根據電腦設置的顏色對應各藥師的取藥需求，這種設計不僅提升調劑效率，亦增強了藥品取用的準確性和安全性。

儲位管理靈活性與工作流程優化，傳統的固定式導引燈條在藥品儲位變更時需要同步更新管理系統資訊，若未即時更新，易導致取藥錯誤。而本無線電子紙標籤系統配備了獨立的標籤 ID，並具備無線設計，可隨藥品在調劑台內靈活移動，無需在系統中重新設定位置資訊，顯著提升儲位管理的靈活性。此設計減少了藥品搬移過程中的操作負擔，便於藥房人員快速調整藥

品位置，達到優化工作流程的效果。

ZigBee 技術在無線電子紙標籤中的應用優勢，無線電子紙標籤系統基於 ZigBee 技術，支持穩定的無線連接，且具備出色的信號穿透性，即使在塑鋼或木製抽屜的環境中，ZigBee 依然提供穩定的訊號傳輸，無需暫停藥房作業進行布線或更換設備。此特性使無線電子紙標籤系統能夠在傳統木製及現代塑鋼調劑台間無縫使用，滿足新舊設備兼容需求。相比於有線網絡或 Wi-Fi 技術，ZigBee 具備低功耗、高穩定性及易部署的優勢，特別適合智慧藥品管理系統頻繁操作的場景。

智慧藥品管理系統中的應用價值，無線電子紙標籤系統顯著提升了藥房的調劑效率，並在藥品管理流程中確保數據的即時性與準確性，符合智慧醫療系統對藥品數據管理的高標準要求。該系統在藥品調劑過程中提供高效的視覺指引，支持藥品在調劑台內靈活移動管理，確保管理數據與藥品儲位同步，有效減少取藥錯誤風險。此外，ZigBee 技術的穩定網絡特性讓無線電子紙標籤系統在藥房的無線環境中保持穩定的數據傳輸，即使在藥房內進行調整和更新，系統仍能正常運行，增強了藥房管理的靈活性與可靠性。

小結，本研究開發的結合 ZigBee 技術的無線電子紙標籤管理系統，以智能化設計和高靈活性優化了藥房的調劑與藥品管理流程。系統中的獨立標籤 ID 使藥師能快速識別並取用藥品，且無線傳輸實現了藥品儲位的靈活管理。ZigBee 技術的應用不僅實現新舊設備的無縫兼容，亦提升數據管理的效率與穩定性。本系統不僅提高了調劑效率，還為智慧醫療中的藥品管理提供了一套便捷、安全且可持續的解決方案。

	(產學合作)	長庚醫科	貿康生醫	國澤
層架藥品_電子標籤	○	○	○	○
抽屜藥品_電子標籤	○	X	X	X
電子紙標籤規格	2.9"無線鋰電池充電式，具NFC功能	2.66"電子紙標籤	2.9"電子紙標籤	2"以上，有線持續供電
抽屜外燈板	電子紙顯示亮燈指引	亮燈指引+螢幕顯示面板	亮燈指引	亮燈指引+5"電子紙顯示
層架取藥指引	電子紙標籤亮燈指引	燈條	燈條	燈條
抽屜取藥指引	電子紙標籤亮燈指引	發光隔板	發光隔板	發光隔板
藥品定位	設定無線電子紙標籤後定位	建置藥品位置於作業系統中	建置藥品位置於作業系統中	建置藥品位置於作業系統中
多人作業燈號顏色	四種	六種	七種	全彩(不限)
取藥確認	取藥後掃描藥品瓶身條碼或外觀確認後完成取藥紀錄	層架及抽屜均有手勢偵測，感測藥師取藥手勢動作	抽屜開關偵測	層架及抽屜均有手勢偵測，感測藥師取藥手勢動作
優點	1. 無線電子紙標籤可同時完成藥品標示、定位以及指引功能，減少藥師系統上線準備及維護時間 2. 電子紙標籤可同時顯示藥品資訊、取藥數量以及庫存量 3. 無線電子紙標籤使用可充電式鋰電池，故障可單獨更換，無需更換其他組套設備 4. 減少電磁閥、彈簧及排線等易故障作法，維修、維護方便，可線上更新、升級	1. 多家醫院進用，系統成熟穩定 2. 標籤為獨立式設計，維修可單組更換 3. 可配合需求調整標籤位置及相關設定 4. 指引標籤具取藥數量顯示功能	1. 多家醫院進用可供參考	1. 現行院內塑鋼調劑台廠商 2. 可結合一藥一鎖藥櫃 3. 儲位可簡易拆裝及設定 4. 設備全為獨立式設計，均可單組做更換維修

圖 17、智慧藥品管理系統比較

第三節 研究提升

針對智慧藥品管理系統中電子紙標籤推播速度，其中電子紙標籤具備即時亮燈功能，能迅速提供視覺指引以協助取藥，並在 2-3 秒內更新取藥數量資訊。該系統採用先進的推播技術，不需訊號排隊，可同步推送單一處方箋中多項藥品的標籤資訊。相較於市售推播器僅能逐一推送，更新單一資訊需耗時 12-15 秒，智慧藥品管理系統顯著提升了藥局的調劑效率。

智慧藥品管理系統中電子紙標籤的電池，測試中的電子紙標籤配備標準鋰電充電電池（3.6V-3000mAh），電量較一般市售的鈕扣型電池（3V-210mAh/顆）高出五倍。當電池耗盡時可更換後充電繼續使用，該標籤電池為標準規格，可在市面直接購買，無需特定廠商訂製。標籤在接收指令亮燈或更新取藥資訊時才消耗電力，僅顯示藥品名稱時則不耗電。若每個標籤每日平均亮燈 180 次，則電量可維持約六個月，一年僅需更換兩次電池。

智慧藥品管理系統的外觀設計，目前電子紙標籤選用鋰電充電電池，標準化規格方便替換。然而，由於電池體積較大，標籤厚度相對較厚，未來可根據現場需求進行調整或客製化，亦可考慮開模製作使用手機電池組（如 Cell Phone Battery Pack2）的薄型電子標籤，以滿足不同環境的需求。

最後智慧藥品管理系統具創新性，市場上無同類產品，現正與開發商合作申請專利。其主要特色如下：

- (1)結合 LED 燈條設計
- (2)高速推播且訊號可穿透塑鋼材質
- (3)使用可充電電池，節省成本
- (4)符合 ESG 指標，低能源消耗、低碳排放
- (5)可延伸應用於軍事倉儲管理、行動物料車分類、病患資料管理等領域



鋰電充電電池



一般鈕扣型電池

圖 18、智慧藥品管理系統中電池比較

第四章 結論

● 研究成果

其中針對智慧藥品管理系統於軍事醫務所中的應用如何提升交班效率、醫療品質、資訊安全與資料運算等，針對下面問題解決方向。

問題一：如何提高醫務所人員交班效率及藥品定位管理？

軍事醫務所中的交班過程通常涉及病人狀況交接、設備檢查及儀器盤點，傳統的手工紀錄方式耗時且容易出錯，對於醫護人員的工作效率產生不小的挑戰。為了應對此問題，導入 AIoT（人工智慧與物聯網）技術可望有效解決此類效率瓶頸。

藉由 AIoT 技術，例如 RFID 或藍牙標籤，醫療設備及藥品能夠實現即時定位與狀態追蹤。這樣一來，醫護人員在交班過程中可以快速檢索並確認資產的位置與狀態，無需逐項查核，從而顯著簡化交班流程。AIoT 系統自動將相關資訊同步更新至中央系統，讓接班人員迅速掌握資產的即時信息，減少繁瑣的查核作業，並縮短交班時間。此外，藉由此技術可提升醫療儀器的使用效率，減少尋找設備所需的時間，同時有效減輕醫護人員的負擔及壓力。這不僅能避免人為錯誤的發生，也為醫療資源的合理調度提供了支持。

問題二：如何提升病患的醫療品質及自動化程度？

傳統醫療作業模式中，病患數據的收集與管理多仰賴醫護人員手動操作，這不僅提高了人力成本，還可能因人為因素而產生數據延遲或錯誤，進而影響診療準確性。為此，AIoT 技術的應用將有效實現病患生理數據的自動化收集與管理，並提升病患醫療品質。

透過智能生理監測設備，如智能手環、床墊感測器等，病患的生理數據（例如心率、血氧濃度、血壓等）可以被即時記錄並自動上傳至醫務所的獨立系統。此類數據的自動化收集，讓醫護人員能夠即時掌握病患的健康狀況，進一步縮短診療決策所需的數據查詢時間，提高診斷精確度。同時，實時監控系統減少了手動數據輸入可能造成的誤差，確保診療資訊的正確性，並提升醫護人員的工作效率，進一步改善病患的整體醫療體驗。

問題三：智慧藥品管理系統建置過程中的資訊安全挑戰

隨著智慧醫療系統的發展，醫務所中的病患數據逐步數位化，然而這些敏感資訊也伴隨著潛在的安全風險。一旦數據被駭客攻擊或洩漏，不僅影響病患隱私，對於醫療機構的聲譽與信任度亦有極大衝擊。因此，如何建立健全的資訊安全防護機制已成為智慧醫療系統發展的關鍵課題。

在智慧醫療系統中，透過邊緣運算、數據加密、多層防火牆等技術，可以對數據進行分層次的保護，防止敏感資訊的洩漏。特別是邊緣運算技術，數據可以在本地端完成處理與加密，僅需傳輸至中央系統進行存儲，這樣既可確保資訊的隱私，又降低了網路攻擊的風險。此外，建立嚴謹的數據安全管理制度，並進行定期的系統安全評估及更新，以應對網路威脅的變化，能夠有效提升系統的安全性。此類安全防護機制能夠增強病患對智慧醫療系統的信任，也為醫療機構提供穩定可靠的數據管理保障，確保系統的長期穩定運行。

問題四：如何在處理龐大數據時，建置有效率的資料運算架構？

智慧醫療系統需處理大量的生理數據、醫療紀錄與影像數據，這些數據的存儲與運算需求對後端系統提出了極高的效能要求。若運算架構無法有效支持大數據處理，則將直接影響醫療診斷和決策的效率。為此，建構高效的混合式運算架構是提升智慧醫療系統效能的核心策略。

通過結合雲端運算與邊緣運算的架構，可以實現即時數據處理與高效儲存。例如，病患的即時生理數據可以在邊緣設備處理，降低雲端的數據負荷，減少網路延遲。雲端則負責存儲和處理更為複雜的長期數據分析，例如病歷存儲及診斷模型訓練等。此混合運算架構不僅大幅提升了數據處理效率，也加速了醫療決策的即時性與準確性，符合智慧醫療對於數據精準度與速度的高標準需求。現今多數醫療機構已逐步採用此類混合架構，以確保系統在大數據時代下的高效應用。

總結，智慧醫療系統的發展為軍事醫務所的交流效率、病患醫療品質、資訊安全及資料運算架構帶來了嶄新的解決方案。藉由 AIoT 技術的應用，醫務所中的人員交班和資產管理將變得更為高效，藉此提高整體運營效率；智能生理監測設備能有效提高病患的醫療品質，減少人為數據錯誤，實現病患數據的自動化管理；而資訊安全技術的應用則確保了病患數據的私密性和醫療機構的信譽。最後，混合運算架構的引入能提升智慧醫療系統的大數據處理能力，讓診療更為高效且精確。隨著智慧醫療技術的深入發展，此類技術革新將進一步提升軍事醫務所的醫療服務，為醫療系統的發展提供堅實的基礎與保障。

● 未來工作

未來仍會持續精進研究，預期工作項目如下：

(1)智慧病患管理與個人化醫療，未來智慧醫療將更注重個人化醫療，透過 AIoT 技術來收集並分析病患的健康數據，打造適合每位患者的醫療方案。例如，藉由穿戴設備來連續監測病患的生理參數，進行個性化的健康分析，醫療機構可根據這些數據制定針對性的治療方案。基於 AI 和大數據分析技術，個人化的數據模型將能夠更準確地預測病情進展，提供個人健康管

理的建議，甚至提前預警可能的健康問題。

(2)遠距醫療與家庭健康監控，遠距醫療技術在未來預計會更普及化，尤其是運用 AIoT 來實現跨越空間限制的即時醫療服務。未來，醫生可利用 AIoT 技術來遠端診斷病患，進行手術輔助，並即時監控病患的健康數據。針對行動不便或遠離醫療設施的病患，這種遠距技術將會是有效的醫療服務解決方案。同時，家用健康監測設備將更智能化，並可無縫整合到家庭醫療系統中，為家庭健康管理提供全面的支持。

(3)強化數據隱私與資訊安全，隨著醫療數據逐漸數位化和共享化，數據隱私和資訊安全需求將變得更加重要。未來 AIoT 技術在智慧醫療中的應用，將不僅限於數據收集，還將著重於安全性提升，例如開發更先進的數據加密技術、多層身份認證系統，及邊緣運算以降低數據外洩風險。同時，也可結合區塊鏈技術來管理患者數據的共享和存取權限，以確保敏感醫療數據的安全性，並讓病患對其數據擁有完全的掌控權。

(4)智慧醫療設備的互聯與協同，智慧醫療的未來發展之一在於實現醫療設備之間的無縫互聯與協同運作，這將極大地提高醫療診斷及治療的效率。透過 AIoT 平台，各類智慧醫療設備可以即時交換數據並自動協同，針對患者的診療需求進行智能化的應對。例如，手術機器人、智慧病床、醫療影像設備等，未來將可透過物聯網技術即時通訊並調整運作參數，使診療過程更加精確、流暢。

(5)AI 輔助決策與自動化診斷系統，AIoT 技術未來還將加速 AI 在醫療診斷與輔助決策中的應用。通過深度學習模型訓練，AI 可協助醫護人員進行病理影像分析、疾病風險預測等，進一步縮短診斷時間，提升診斷精確度。此外，透過 AIoT，醫療設備可自動化診斷並發出異常預警，有助於醫生提前做出診療決策。未來，AI 輔助決策將逐步覆蓋各種臨床診療場景，為醫療診斷與治療提供更加智能的支持。

(6)智慧醫務所與資源管理優化，隨著 AIoT 技術的不斷成熟，智慧醫院的建設也將得到快速推進。未來的智慧醫院不僅僅是採用智慧設備，還應具備全面的資源管理優化系統。透過 AIoT 技術，醫院資產、藥品、床位、手術室等資源的使用情況可以即時監控並進行最優化配置，提升醫療資源的使用效率，並降低運營成本。同時，智慧醫院的構建也將涵蓋智慧化的醫療服務流程，從病患進入醫院開始到治療、康復出院，全程均可透過 AIoT 技術進行自動化管理和調度，提供一站式的智慧醫療體驗。

未來，智慧醫療與 AIoT 技術將在提升醫療品質、增強醫療便捷性、改善數據安全、強化設備協同、優化醫務所資源管理等方面發揮更大潛力。這些技術的發展將帶來更全面的醫療服

務革新，實現從疾病診斷到個人健康管理的全方位智慧化，並讓智慧醫療系統在各醫療場景中扮演關鍵角色。在此過程中，隨著 AIoT 與智慧醫療技術的持續進步，醫療產業的運作模式和服務模式將迎來嶄新變革，為未來醫療服務的發展奠定堅實的技術基礎。

參考文獻

- [1] 王偉仲, 何智凡「醫學影像分析中的人工智慧、擴增智慧與人類智慧」台灣醫學, 24 卷 1 期 2020/01, P43 - 49.
- [2] 江弘基, 李蘭「管理式醫療照護下的醫病信任議題」醫學教育, 7 卷 2 期 2003/06 , P95 - 105.
- [3] 林書弘, 陳牧言「人工智慧技術於智慧醫療之理論探討與實務應用」護理雜誌, 66 卷 2 期 2019/04, P7 - 13.
- [4] 金惠珍「智慧醫療趨勢對台灣醫材產業發展之影響」臺灣經濟研究月刊, 42 卷 8 期 2019/08, P117 - 127.
- [5] 研華股份有限公司「台中榮民總醫院-智慧產後護理之家提案」2019/03.
- [6] 郭年真, 賴飛熊, 李鎮宜「智慧醫療關鍵議題與對策之研究」2017/04.
- [7] 黃薇瑄「護理人員超時工作與疲勞之相關性分析」2012/01, P1 - 115.
- [8] 遠傳轉型辦公室 5G 大人物企業應用暨產品處「智慧醫院解決方案」2020/3.
- [9] 鄭宜歲, 連家興, 郭振宗, 吳逸群「基於機器人影像文字識別技術應用於醫療服務」TANET2017 臺灣網際網路研討會, 2017/10, P1801 - 1804
- [10] 廖文華, 張志勇, 趙志民, 劉雲輝「物聯網智慧應用與實務」五南圖書出版股份有限公司 2018/09.
- [11] 蔡一郎, 張育涵, 陳信文, 李忠憲「資安威脅情資駭侵事件預警通報系統」全國計算機會議 2019/04.
- [12] 魏于翔「全球智慧醫療發展趨勢」醫療健康科技 2018/06.
- [13] 魏于翔「智慧醫療發展趨勢研究及案例分析」42 卷 3 期 2019/03, P64 - 72
- [14] D.C. Chan, Y.T. Hao, and S.C. Wu, "Characteristics of outpatient prescriptions for frail Taiwanese elders with long-term care needs," *Pharmacoepidemiol Drug Saf*, vol. 18, no. 4, pp. 327-334, Apr. 2009. doi: 10.1002/pds.1712
- [15] D.M. Qato, G.C. Alexander, R.M. Conti, et al., "Use of prescription and over-the-counter medications and dietary supplements among older adults in the United States," *JAMA*, vol. 300, pp. 2867-2878, 2008
- [16] Harvard Health Publishing, "Drug Expiration Dates - Do They Mean Anything?" Harvard Medical School, Aug. 2020. [Online]. Available: <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/drug-expiration-dates-do-they-mean-anything>
- [17] A. B. Neiman, T. Ruppar, M. Ho, L. Garber, P. J. Weidle, Y. Hong, M. G. George, and P. G. Thorpe,

"CDC Grand Rounds: Improving Medication Adherence for Chronic Disease Management — Innovations and Opportunities," *Morbidity and Mortality Weekly Report*, vol. 66, no. 45, pp. 1248-1251, 2017.

- [18] E. P. H. Choi, "A Pilot Study to Evaluate the Acceptability of Using a Smart Pillbox to Enhance Medication Adherence Among Primary Care Patients," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 16, no. 20, pp. 3964, 2019.
- [19] J. Mauro, K. B. Mathews, and E. S. Sredzinski, "Effect of a Smart Pill Bottle and Pharmacist Intervention on Medication Adherence in Patients with Multiple Myeloma New to Lenalidomide Therapy," *J. Manage. Care Spec. Pharm.*, vol. 25, no. 11, pp. 1244-1254, 2019.
- [20] D. Karagiannis, K. Mitsis, and K. S. Nikita, "Development of a Low-Power IoMT Portable Pillbox for Medication Adherence Improvement and Remote Treatment Adjustment," *Sensors*, vol. 22, no. 15, pp. 5818, 2022.
- [21] A. Maier, A. Sharp and Y. Vagapov, "Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things," 2017 Internet Technologies and Applications (ITA), Wrexham, UK, 2017, pp. 143- 148.
- [22] U. Nanda and S. K. Pattnaik, "Universal Asynchronous Receiver and Transmitter (UART)," 2016 3rd International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), Coimbatore, India, 2016, pp. 1-5.
- [23] Wikipedia, "UART," [Online]. Available: <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/UART>.

個人資料表

計畫主持人個人資料				
中 文 姓 名	劉 力 愷	聯 絡 電 話	076254141#978411	
英 文 姓 名	Liu , Li Kai	行 動 電 話	0 9 8 5 1 6 1 7 1 9	
通 訊 地 址	高雄市岡山區巨輪路 1 號	身 分 證 字 號	S 1 2 3 7 9 6 8 4 5	
電 子 信 箱	mountainpig2005@gmail.com			
學 歷	學校名稱		院系級別	起訖年月
	學士	空軍官校	航空太空工程系	自 2005 年 8 月 至 2009 年 7 月
	碩士	成功大學	航太所	自 2015 年 9 月 至 2018 年 6 月
	博士	成功大學	航太所	自 2023 年 9 月 迄今
現 職	服務機關 名稱	職 稱	擔任工作	起訖年月
	空軍航空 技術學院	講師	教學與研究	自 2020 年 11 月 至今
職 經 歷	服務機關 名稱	職 稱	擔任工作	起訖年月
	空軍航空 技術學院	講師	教學與研究	自 2020 年 11 月 至今
	空軍官校 總教官室	戰術教官	教學與研究	自 2018 年 7 月 至 2020 年 9 月
專 長	流體力學、流場量測、無人載具應用、空氣動力			

任務編組表

113 年度國防部補助軍事院校教師從事學術研究案專案編組人員名冊						
計畫名稱：軍事用品智能化管理系統開發與驗證						
項次	專案人員級別	人員所屬單位	姓名	職稱	計畫中擔任具體工作性質、項目及範圍	備考
1	計畫主持人	空軍航空技術學院 機械工程科	劉力愷	少校 講師	1.全案計畫研究之推展。 2.系統架構設計規畫及實作驗證。	
2	協同主持人	空軍航空技術學院 機械工程科	涂德文	教授	實驗設備架設協助	
3	協同主持人	空軍航空技術學院 機械工程科	林志勳	助理教授	實驗之規劃、數據整理及分析	
4	協同主持人	空軍航空技術學院 機械工程科	蘇芊堃	少校 講師	實驗之規劃、數據整理及分析	
5	協同主持人	空軍航空技術學院 機械工程科	林安志	少校 講師	實驗之規劃、數據整理及分析	
6	協同主持人	空軍航空技術學院 應用外語科	黃俊杰	少校 講師	協助相關文章外語翻譯及校正	
8	研助理	空軍航空技術學院 機械工程科	黃于倩	士官長 助教	協助文獻蒐整、數據整理及相關行政工作	