

工業 4.0 在醫療產業中的應用

李彥良

過去發生了許多因為冰箱溫度控管不佳而導致的醫院事故，導入物聯網監控平台之後，便能遠端多點即時監控及管理冰箱的溫度，一旦發生問題就會立即啟動警報器，並以簡訊、Email 等型式的警示訊息通知人員維修。

「下班時，正思考著今天晚餐要煮什麼，忽然冰箱傳來訊息，告知所剩食材的清單及影像，還附帶了推薦的食譜資料。」這已不是科幻電影中的超現實情節，而是真正未來的趨勢—物聯網。物聯網的類似自動化操控系統可以利用感測器蒐集及控制機器、裝置及人員的資料，也可以遙控家庭裝置、汽車。蒐集這些資料後，可以彙整成大數據並進行分析，然後依分析結果改善及監控。

物聯網是工業 4.0，也就是所謂的第四次工業革命的核心技術，又稱為智慧整合感控系統。主要是把現有的工業技術與產品整合在一起，建立一個具有資源效率的智慧工廠，再透過大數據分析，直接產出一個符合客戶需求的解決方案。其高度自動化以及可自動排除生產障礙的概念，已經在許多國家的計畫中顯現。



物聯網與醫療產業

由於物聯網具方便性與即時性，在需要嚴格控管品質的醫療產業中，這樣的技術更形重要。廣義來說，醫療產業是指與身心健康和疾病的預防、檢查、治療、照顧等行業相關的機構，

物聯網是工業 4.0，也就是所謂的第四次工業革命的核心技術，又稱為智慧整合感控系統。

包含各醫療器材及藥品的製造與供應商，以及醫院、診所、檢驗所等醫療機構。以下便以醫療用冰箱監控為例，說明工業 4.0 在醫療產業中的應用。

在醫療產業中，最需要嚴格控管的是藥品與檢體。它們儲存在一定的溫度範圍內，若溫度控管不佳，將導致藥品變質，病患誤食後，後果不堪想像。至於檢體的變質，則會導致檢查結果錯誤，可能因此誤判而延誤就醫時間，可見冰箱的溫度控管在醫療產業中的重要性。

有時候冰箱運作雖然正常，但因開關次數頻繁，或因門未關好，或碰到電力中斷太久，都會使冰箱溫度升高。研究顯示，冰箱只要開啟 10 秒，箱內的溫度就會升高大約攝氏 2 到 3 度。另一種情況是，因散熱不良或製冷器壞掉導致冰箱無法製冷。但不論是哪種情況，都必須立即處理，以免冰箱內的物品變質。

幾年前美國哈佛大學麥克林醫院（Harvard's McLean Hospital）曾發生一起因冰箱故障而導致 150 顆冷凍腦袋壞掉的事件，這些腦袋樣本主要是用來作自閉症、阿茲海默氏症、躁鬱症等神經疾病的研究，若要再收集相同數量的樣本約需要 20 年的時間。

這樁悲慘的事件肇因於冰箱溫度的管控失效。原本醫院的控管程序是兩道警報系統及工作人員的定時檢查，惟當時冰箱的溫度雖然逐漸升高，但調溫器仍顯示正常，警報器當然沒有觸發。許久之後才發現這異常，但為時已晚，意外就此發生了。

另一起案例發生在 2015 年，也是因為冰箱溫度控管不佳。美國一家兒童健康中



透過標準溫度儀器校正裝在冰箱內部的感測器

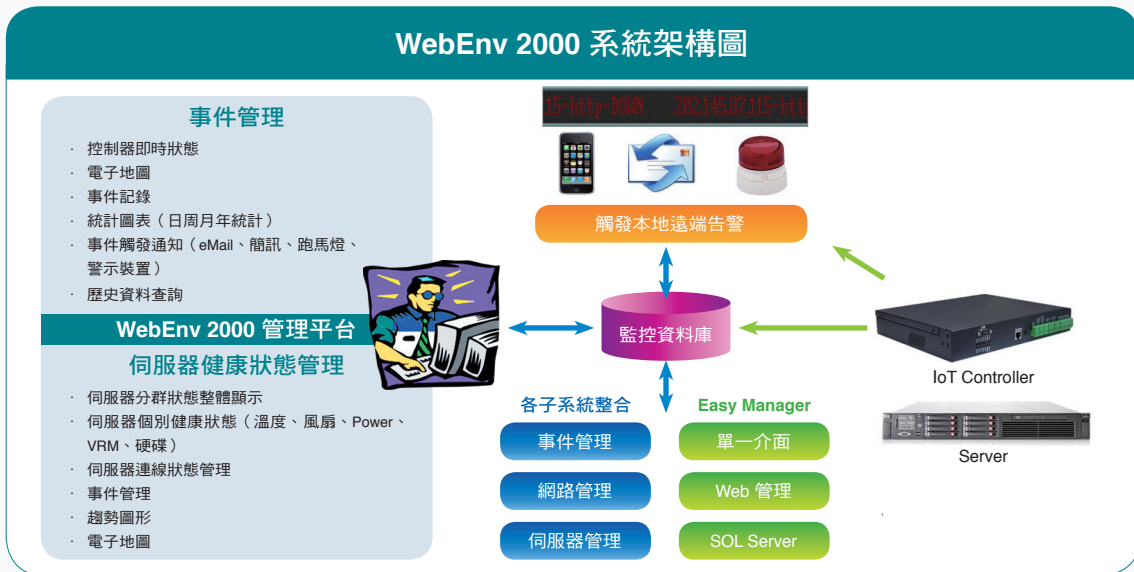
心因冰箱的溫度控制器無法正常運作，導致冰箱溫度升高，因而破壞了十幾種不同類型的疫苗，使得 1,500 名孩童接種了無效的疫苗，造成的損失達數百萬美元。

由以上的案例可以知道冰箱溫度控制器的重要性，因為冰箱內藥品及檢體的儲存都需要有良好的溫度監測能力，若失效不只造成金錢的損失，更讓相關人員的性命暴露在危險中。為了防止這些弊害發生，許多醫院已開始利用物聯網監控平台及冰箱溫度感應器控制溫度，讓醫院的人員能在問題發生之初就即時解決，避免更大的危害。

物聯網監控平台

WebEnv 2000 Manager 是一個物聯網監控平台，它整合了各類型環境感測器、不斷電系統、數位電表、冷氣、攝錄影機、門禁管理等設備，各種設備的警告訊號會透過 TCP/IP 分散式網路，傳送至警報中心，

**在醫療產業中，最需要嚴格控管的是藥品與檢體，
透過物聯網監控平台可以減少因為溫度控管不佳而造成的風險與損失。**



WebEnv 2000 Manager 系統架構圖（圖片來源：<http://www.iotweb.net>）

並整合實體警報設備，例如 LED 跑馬燈、警告燈、閃光喇叭、電腦聲響等，以圖形化的介面顯示。發生突發事件時，管理平台也可透過傳送電子郵件、簡訊等通知管理人員，並啟動遠端電子地圖。

在醫院及藥庫的控管方面，WebEnv 2000 Manager 只利用到溫度感測器的部分。把感測器裝於冰箱內部，經由線路連接至主機，再把蒐集到的數據透過網路傳輸到電腦，並利用特定軟體開啟與監控。不斷電系統則是為了因應突發狀況，像是醫院突然跳電時，若沒有不斷電系統，感測系統就會停擺，而無法即時監控冰箱的溫度是否正常。

WebEnv 2000 Manager 的管理介面還內建了電子地圖，可以自動載入各種圖檔，像是 png、jpg 等，通常是樓層平面圖。在載入地圖後便可以加入各種物件，例如：溫度、溼度、攝影機，自動更新各種感應器的狀況，再透過瀏覽器監控各冰箱的即時狀態。



WebEnv 2000 Manager 可節能省電、偵測溫度。

WebEnv 2000 Manager 主要監測的數據以及通知、統計功能
藥庫溫、溼度偵測
（低溫）冰箱溫度偵測
電子地圖即時監看
本地及遠端告警
簡訊及電子郵件通知
溫度紀錄表自動產生
日、周、月審查機制
報表匯出 Excel、PDF
節能電力、需量統計

電子地圖顯示



具溫度物件顯示的電子地圖，若發生異常，在電子地圖上會以紅色顯現。

透過物聯網監控平台可以減少因為溫度控管不佳而造成的風險與損失，因而必須提高溫度控管的效率及正確性。且透過自動化溫度讀數與電子地圖即時監看，減少醫院及藥庫人員的工作負擔，一旦數值出現偏差就須即時發出警報，提醒工作人員立即處理，以提升用藥的安全和減少風險。

舉例來說，當冰箱溫度異常時，便會發動警鈴，相關醫療人員於聽到警鈴後會立刻開啟數位監控系統，系統內就顯示溫度異常的冰箱所在，並以紅色數值顯示，以利立即通知人員處理。

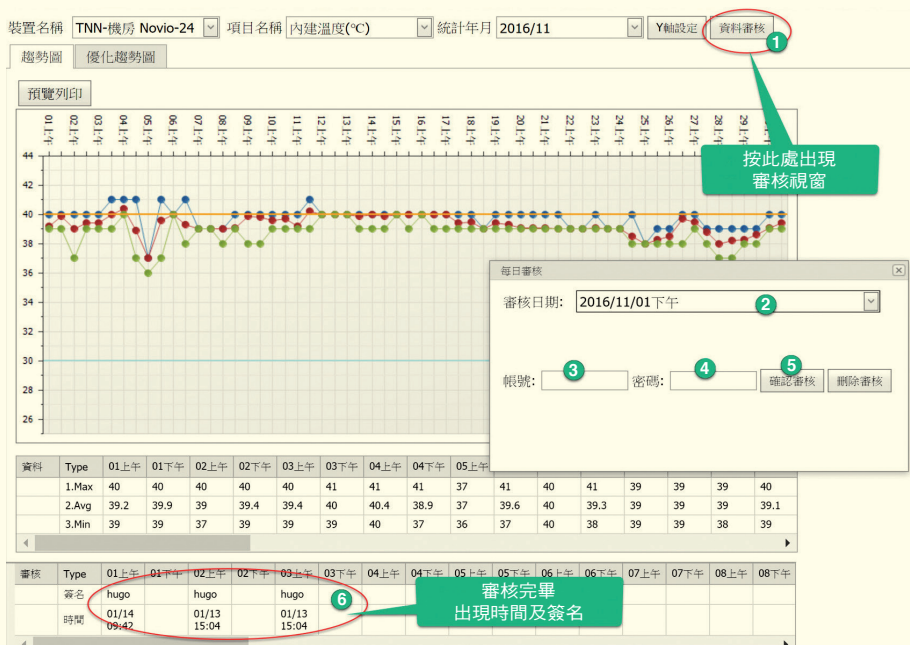
除了即時通報異常之外，WebEnv 2000 Manager 還能做紀錄審查。這項功能非常重要，因為溫度對藥物及檢體的影響並非一天兩天的事，而是需要長期的監控。從系統內的紀錄審查可以知道每天冰箱內的平均溫度、最高及最低溫度。一般來說，藥品的保存溫度需介於攝氏 2 到 8 度之間，有些特殊藥品對溫度的要求更嚴苛，若保存超出溫度範圍恐怕會使藥品變質，病患使用後可能造成嚴重的後果。

手機程式 APP 監控

近年來，智慧型手機可說是最流行的智慧設備，幾乎人手一支，甚至因為它的方便性而取代了部分桌上型電腦的功能。在工業 4.0 之下，物聯網的概念越來越重要，為了方便監測整合的資訊，物聯網結合手機 APP 是不可避免的趨勢。

在工業 4.0 與物聯網所架構的環境中，應用在冰箱監測，透過感應器連接的嵌入式控制器須具備物聯網的 M2M 的通訊架構。嵌入式控制器可以與其他機器、物件、應用平台等互動和通訊，並產生龐大的數據，這些數據經過處理和分析後能使控制最佳化。手機 APP 可以與嵌入式控制器連線操作，就是 M2M 通訊架構的一種應用。

手機版的 WebEnv 2000 Manager 稱為 WebEnv2000 APP，是一個專業的管理平台。它用來整合物聯網和其他設備，把各種感測器偵測到的警報事件，透過網路傳輸到 WebEnv 2000 的雲端中心，同時傳送推播訊息至手機。



每日紀錄審查，有最高溫、最低溫、平均溫度，紅色標計處是超出溫度範圍。



M2M 手機 APP 應用

平台之後，便能遠端多點即時監控及管理冰箱的溫度。一旦發生問題就會立即啟動警報器，並以簡訊、Email 等型式寄送警示訊息通知人員維修。這種方式比起過往會更有效率，也更有利於解決問題，並讓藥品及檢體能夠保持一定的品質而不變質，防患災害於未然。

在醫療產業中，除了溫度控制之外，溼度及空氣品質也需要監控。利用前述的整合系統能創造一個智慧化建築，讓醫院可以有安全的用藥及治療環境，以達成建築安全、健康照顧、節能永續、便利及舒適等目標，滿足人們的需求。

邁向更完善的控管系統

過去發生了許多因為冰箱溫度控管不佳而導致的醫院意外及事故。以往溫度控管主要依靠專人巡查，手動檢查冰箱的溫度，因此容易發生疏失。導入物聯網監控

李彥良
醫鴻科技股份有限公司