

修平科技大學 電機工程系

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
HSIUPING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

實務專題報告書

工業智慧品質管理平台



指導老師：吳明學

專題製作學生：

四技電三甲 卓秉則 BD109007

四技電三甲 趙弘昕 BD109903

四技電三甲 賴宸鋒 BD109904

中華民國 112 年 6 月 9 日

修平科技大學

電機工程系

HSIU-PING UNIVERSITY OF SCIENCE

AND TECHNOLOGY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

指導老師：吳明學專題製作

學生：卓秉則、賴宸鋒、趙弘昕

製作日期：112年6月9日

摘要

隨著時代的改變，物聯網(IoT)逐漸興起。其運用在工業領域的工業 4.0 更是屢見不鮮。目前台灣的工業多半還是以中小型企業為主。大多數還是以人力抄寫機台狀態及生產量為主，由於規模及資源有限，往往缺乏獲得資金的機會，遲遲無法轉變為工業 4.0。因此，政府近幾年積極推動智慧機上盒(Smart Machine Box)的輔導計畫。以不需要更換機台，利用外掛式的方式，將機上盒外掛在機台上，近幾年在政府及聯合國推動下 ESG 永續逐漸被重視，在工業領域逐漸走向環保、節能及零碳排放。ESG 永續是工業 4.0 中非常重要的一個方面，但是對於中小型企業來說，投入 ESG 永續相關的資源和技術仍然是一個挑戰性的工作。因此，透過智慧機上盒為出發點導入中小型企業即是邁向 ESG 的第一步。

本專題針對中小型企業導入物聯網、雲端及大數據等管理數據技術。透過 STM32F103C8T6 嵌入式晶片製作「智慧機上盒」及「LoRa Hub」。在「智慧機上盒」方面搭配溫度、震動及次數…等多種感測器取得機台及時數據，並且利用邊緣運算在晶片內，將運算完後的結果透過 LoRa 無線傳輸的方式將資料送出，資料送出後，在透過客製化的「LoRa Hub」網路閘道器接收所發送的資料。透過邊緣運算可以更快速的掌握設備的即時狀態、設備稼動率、產量預估及預防保養等目的。

關鍵字：智慧機上盒、ESG、物聯網

Abstract

As times change, the Internet of Things (IoT) is on the rise. Its application in the industrial field of Industry 4.0 is not uncommon. At present, most of Taiwan's industries are still dominated by small and medium-sized enterprises. Most of them are still based on the status and production volume of human-powered copying machines. Due to limited scale and resources, they often lack opportunities to obtain funds, and they have been unable to transform into Industry 4.0 for a long time. Therefore, the government has actively promoted the Smart Machine Box (Smart Machine Box) tutoring program in recent years. There is no need to replace the machine, and the set-top box is hung on the machine by using the plug-in method. In recent years, under the promotion of the government and the United Nations, ESG sustainability has gradually been valued, and the industrial field is gradually moving towards environmental protection, energy saving and zero carbon emission. ESG sustainability is a very important aspect of Industry 4.0, but it is still a challenging task for small and medium-sized enterprises to invest resources and technologies related to ESG sustainability. Therefore, the introduction of small and medium-sized enterprises through smart set-top boxes is the first step towards ESG.

This topic is aimed at small and medium-sized enterprises to introduce management data technologies such as the Internet of Things, cloud and big data. Create "smart set-top box" and "LoRa Hub" through STM32F103C8T6 embedded chip. In terms of "smart machine-top box", it is equipped with various sensors such as temperature, vibration, and frequency to obtain real-time data from the machine, and uses edge computing in the chip to send the calculated results through LoRa wireless transmission. After the data is sent,

the sent data is received through the customized "LoRa Hub" network gateway. Through edge computing, the real-time status of equipment, equipment utilization rate, production forecast and preventive maintenance can be grasped more quickly.

Keywords: Smart Set-top Box, ESG, Internet of Things

目次

摘要	ii
Abstract.....	iii
目次	iv
圖目次	x
第一章 緒論	1
1.1 前言	1
1.2 系統功能與架構	2
1.2.1 架構介紹	3
1.2.2 功能介紹	3
第二章 相關元件與技術	4
2.1 STM32F103C8T6	4
2.2 電流感測器	5
2.3 紅外線感測器	6
2.4 MLX90614 溫度感測器.....	6
2.5 震動感測器	7
2.6 LoRa 技術應用.....	7
2.7 使用相關軟體工具	8
2.7.1 KEIL MDK ARM.....	8
2.7.2 C#.....	9
2.7.3 MySQL 資料庫.....	11
2.8 使用相關技術	12
2.8.1 邊緣運算	12
2.8.2 稼動率	14
第三章 裝置與系統功能流程	16
3.1 物聯網在工業之應用功能介紹：	16
3.1.1 智慧機上盒	16
3.1.2 LoRa Hub.....	17

3.1.3 工業智能化管理系統功能	19
第四章 裝置與系統整合測試	22
4.1 機台製作	22
4.1.1 智慧機上盒裝置	23
4.2 LoRa Hub 裝置製作	24
4.3 工業智能化管理系統實作	25
4.3.1 工業智能化管理系統即時數據	25
4.4 工業智能管理系統測試	27
4.4.1 系統狀態正常	27
4.4.2 系統異常狀況	29
第五章 結果與討論	30
參考文獻	32

圖目次

圖一、台灣中小型企業比例	1
圖二、系統架構圖	3
圖三、微控制器 STM32F030C8T6 模組電路	4
圖四、STM32F030C8T6 晶片架構圖	5
圖五、電流感測器	5
圖六、紅外線感測器	6
圖七、MLX90614 溫度感測器	7
圖八、震動感測器	7
圖九、LoRa 模組	8
圖十、Keil5 程式編輯畫面	9
圖十一、C#程式編輯畫面	10
圖十一、C#畫面	10
圖十二、XAMPP 軟體使用畫面	11
圖十三、MySQL 資料庫畫面	12
圖十四、邊緣運算架構圖	13
圖十五、雲端運算與邊緣運算的差別	14
圖十六、智慧機上盒硬體架構	16
圖十七、智慧機上盒流程圖	17
圖十八、LoRa Hub 架構圖	18
圖十九、LoRa Hub 流程圖	18
圖二十、總機台	19
圖二十一、效率報告	20
圖二十二、及時狀態	21

圖二十三、機台安裝圖	23
圖二十四、機台實體圖	23
圖二十五、智慧機上盒裝置圖	24
圖二十六、LoRa Hub 裝置	25
圖二十七、機台端現場即時狀態	26
圖二十八、機台現場即時狀態	26
圖二十九、資料庫介面	27
圖三十、機台正常圖	28
圖三十一、可視化介面數值正常圖	28
圖三十二、可視化介面異常狀態圖	29
圖三十三、LINE 發送警報圖	29
圖三十四、機台感測器	31

第一章 緒論

1.1 前言

近年來人工智慧(AI)、大數據分析、邊緣運算、物聯網(IoT)、5G 通訊等的數位科技迅速發展，並廣泛 159 萬家，比起 2020 年增加了接近 5 萬家，佔了全體企業的百分之 98%以上。由此可知台灣目前還是中小型企业為主而且還在逐年增長。這些企業多半還是以人力清點貨物方式及抄寫機台狀態，這可能會造成因人員疏失抄寫錯誤資訊；在機台方面往往都是等到出現狀況才去進行保養，這可能會造成產線耽誤而虧損資金；能源部份有時可能因為機台漏電或是漏水等因素，造成不必要的能源消耗。更加凸顯了台灣的中小型企业數位化能力不足及節能方面的概念不足。由於規模及資源有限，缺乏獲得資金的機會，遲遲無法轉變為工業 4.0。因此，政府這幾年積極推動智慧機上盒(Smart Machine Box)的輔導計畫。以不需要更換機台，利用外掛式的方式，將機上盒外掛在機台上。圖一、台灣中小型企业比例

資本額	企業數量	比例
100萬以下	1,093,230	72.63%
101-500萬	217,538	14.45%
501-1000萬	78,749	5.23%
1001-3000萬	72,159	4.79%
3001萬以上	43,620	2.90%
Total	1,505,296	100.00%

圖一、台灣中小型企业比例

根據 2021 年簽訂的「格拉斯哥氣候公約」，全球目前超過 130 個國家宣示規劃在西元 2050 年達到溫室氣體淨零排放。因此，近年來政府積極推動 ESG(「E」(Environmental)環境、「S」(Social)社會、「G」(Governance)公司治理)永續的環保意識，為了在 2050 年達到零碳排。因此，本專題決定，將智慧機上盒做為出發點導入中小型企業即是邁向 ESG 的第一步。

由於台灣產業目前還是以傳統中小型企業為主，因此，數位化不足、生產數據多以紙本記錄、仰賴人工操作等以上這些問題都是目前這些傳統工廠普遍所面臨的問題更甚至有些工廠連工業 3.0(自動化技術)都尚未達到，更無法奢求工業 4.0。雖然市面上有完整的工業物聯網系統，但投資成本大，傳統中小型企業根本無法負擔。

因此，本專題為了解決中小型企業因資金不足的問題，將一套簡單、低成本又高實用性的智慧機上盒導入中小型企業中。這套智慧機上盒可依客戶需求提供客製化服務，加裝各式感測器。以提升企業在國內及國際的競爭力並利用智慧機上盒來當作中小型企業朝向 ESG 永續的第一步。

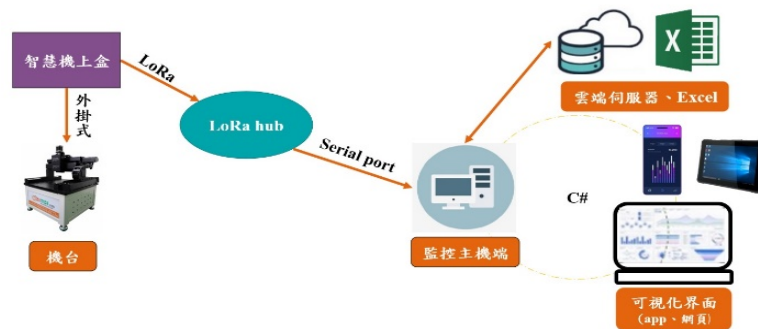
1.2 系統功能與架構

本專題的特色，主要是透過較低成本來製作一個工廠的智慧機上盒，並搭配邊緣運算的技術來提高傳輸速度、提升生產力及遠端收集資料等。以達到更快速的掌握設備的即時狀態、設備稼動率、產量預估及預防保養等目的。引導台灣的傳統中小型企業，逐步邁入智慧化工廠，以提升產業及國際的競爭力

1.2.1 架構介紹

本專題使用 STM32F103C8T6 嵌入式晶片搭配溫度、次數、電流及震動

等感測技術及 LoRa 無線通訊技術製作智慧機上盒，並透過 LoRa Hub 網路閘道器接收機上盒所發送的資料，接著利用 TTL 線轉 USB 線連接至電腦，藉由 C# 製作出可視化界面，提供使用者更方便查看。如圖二。



圖二、系統架構圖

1.2.2 功能介紹

1. **智慧機上盒:**智慧機上盒搭配 STM32F103C8T6 嵌入式晶片搭配溫度、次數、電流及震動等感測技術及 LoRa 無線通訊。將機上盒以外掛式的方式外掛在機台上進行感測，並將感測到的數值利用邊緣運算的方式在晶片裡面進行運算及判斷，最後再將運算完後的結果運用 LoRa 無線網路直接傳送至主控端。

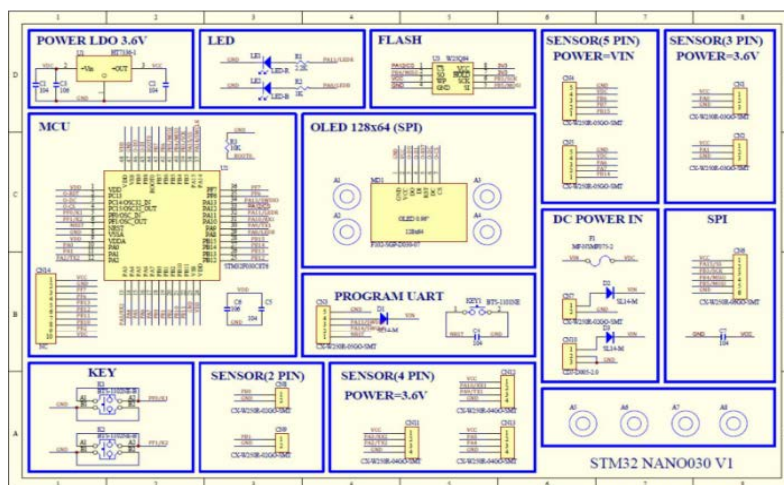
2. **LoRa Hub:**負責接收智慧機上盒所給的數據及計算結果的網路閘道器，上面搭載了 STM32F103C8T6 嵌入式晶片，搭配 LoRa 無線通訊模組，並利用 TTL 線轉 USB 連接電腦，將第一時間的機台狀態，傳至雲端並搭配 C# 的監控畫面，提供使用者更便利做查詢。

第二章 相關元件與技術

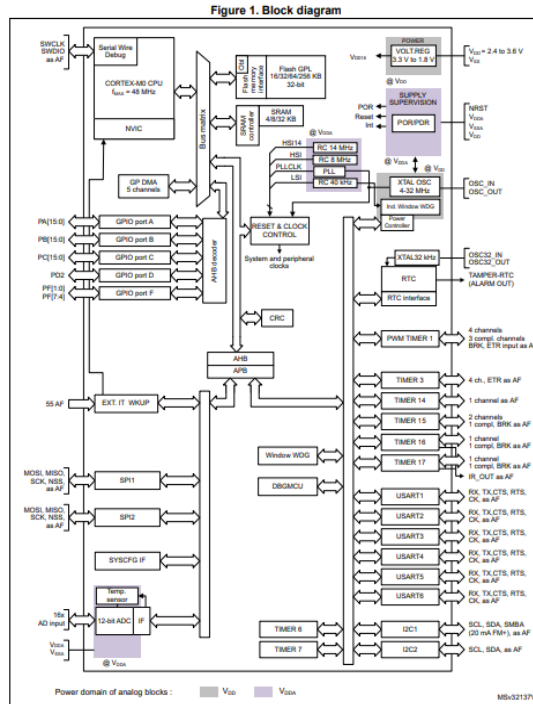
本專題使用 STM32F103C8T6 嵌入式晶片作為主要 MCU；在感測與傳輸的元件選用上，選用機台需要的基本感測器：溫度、次數、電流及震動等感測技術；通訊方面選擇利用 LoRa 無線傳輸的方式進行傳輸。搭配邊緣運算的技巧提高機上盒的效率。

2.1 STM32F103C8T6

本專題在 MCU 的選用上，採用 STM32F103C8T6，由於工廠監測需求需具備多個感測與無線通訊能力，因此本專題選用 32 位元的微控制器，STM32F103C8T6 採用 ARM Cortex 內核，運算速度高達 48MHz。擁有高速 12 位 ADC、先進且靈活的計時器、日曆 RTC 和通信介面(例如 I²C、USART 和 SPI) STM32F103C8T6 超值系列提供多種儲存容量和引腳數組合，能與之匹敵的器件少之又少，從而進一步優化項目成本。採用 STM32F103C8T6 的應用設計者能夠隨時升級到功能強大的 STM32 系列中的任何產品，並且工具和應用軟體的再使用性極高，模組化德設計也讓維修、更新程式更加方便。如圖三、圖四



圖三、微控制器 STM32F030C8T6 模組電路



圖四、STM32F030C8T6 晶片架構圖

2.2 電流感測器

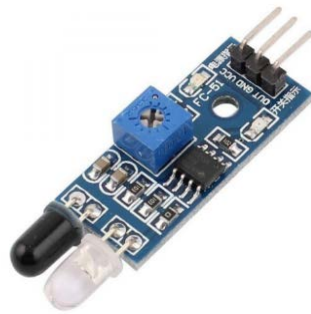
偵測機台電源開關無線偵測模組，由於它是 TA12-200 型電流互感器，可將大型交流電變成小幅度，電流傳感器模塊，感測範圍 0-5A。因此本專題認為它的特性很適合安裝在機台上。如圖五



圖五、電流感測器

2.3 紅外線感測器

適用於工廠的次數感測，因該傳感器模塊對環境光線適應能力強，其具有一對紅外線發射與接收管，發射管發射出一定頻率的紅外線，當檢測方向遇到障礙物（反射面）時，紅外線反射回來被接收管接收，經過比較器電路處理之後，綠色指示燈會亮起，同時信號輸出接口輸出數字信號（一個低電平信號），可通過電位器旋鈕調節檢測距離，有效距離範圍 2~30cm，工作電壓為 3.3V- 5V。傳感器模塊輸出端口 OUT 可直接與單片機 I/O 口連接即可，也可以直接驅動一個 5V 繼電器；如圖六



圖六、紅外線感測器

2.4 MLX90614 溫度感測器

適用於量測機台溫度，Melexis 的 MLX90614ESF-BAA 是一款專為非接觸式溫度感測而設計的紅外溫度計。內部的 17 位 ADC 和功能強大的 DSP 有助於 MLX90614 的高精度和高分辨率。如圖七



圖七、MLX90614 溫度感測器

2.5 震動感測器

常閉型震動感測器模組用於各種震動觸發作用。利用震動感測器測量機台是否有異常震動。工作電壓： $5V \pm 10\%$ ；工作電流；典型值 1.5mA ，檢測到震動時最大值 2.2mA ；待機電流： $4.3\mu\text{A}$ （典型值，待機休眠）、 0.5mA （典型值，待機工作）；傳輸介面：單線雙向 UART 介面，支援固定波特率（baud rate） 9600 bps ；如圖八



圖八、震動感測器

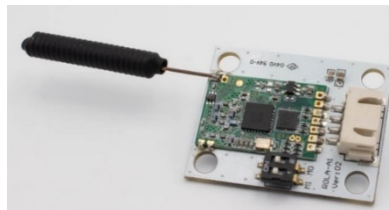
2.6 LoRa 技術應用

LoRa 為 Long Range 的英文縮寫是由 Semtech 公司所開發的一種通信技術，為低功耗廣域網路 (Low Power Wide Area Network, LPWAN)。LoRa 是物理層或無線調製用於建立長距離通信網路。許多傳統的無線系統使用頻移鍵控 (FSK)，可以有效滿足低功耗的需求。

LoRa 是基於線性調頻擴頻調製，不僅保留了與 FSK 調製相同的低功耗特性，並增加了通信距離、提高了網路效率，以及消除了干擾。而 LoRaWAN 則是用來定義網路的通訊協議和系統架構，是由 LoRa 聯盟推出的低功耗廣域網標準，可以有效實現 LoRa 物理層支持遠距離通信。此協議和架構對於終端的電池壽命、網路容量、服務質量、安全性以及適合的應用場景，都有深遠的影響。

工作頻段:頻率範圍 410~441MHz 供電電壓 :2.3V~5.5V DC 發射距離:3km 發射/接收長度:緩存 512 字節，內部自動分包 58 字節。

如圖九



圖九、LoRa 模組

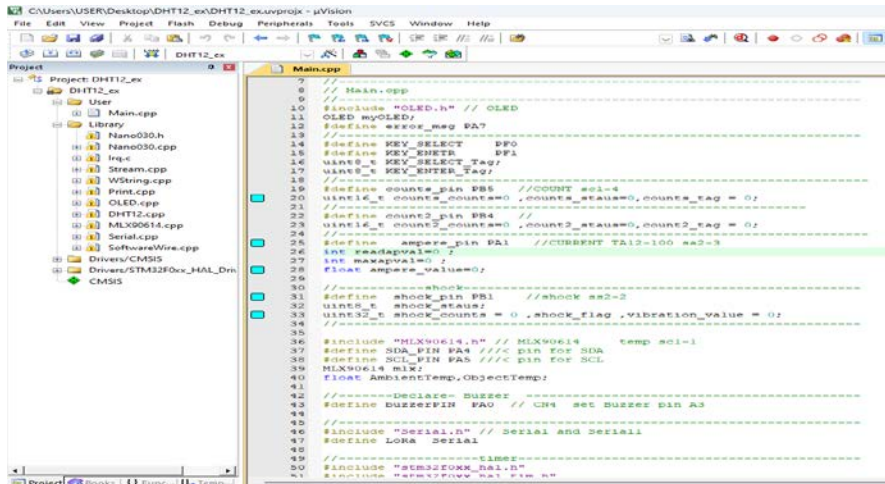
2.7 使用相關軟體工具

本章節將介紹(KEIL MDK ARM)、(C#介面)、(MySQL 資料庫)，來介紹。

2.7.1 KEIL MDK ARM

Keil MDK-ARM (Microcontroller Development Kit for ARM) 是專為基於 ARM Cortex-M 的微控制器設計的綜合軟體開發環境。

在本次研究中使用的開發工具為 Keil C51 是美國 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容單片機 C 語言軟體開發系統，與彙編相比，C 語言在功能上、結構性、可讀性、可維護性上有明顯的優勢，因而易學易用。如圖十、Keil5 程式編輯畫面

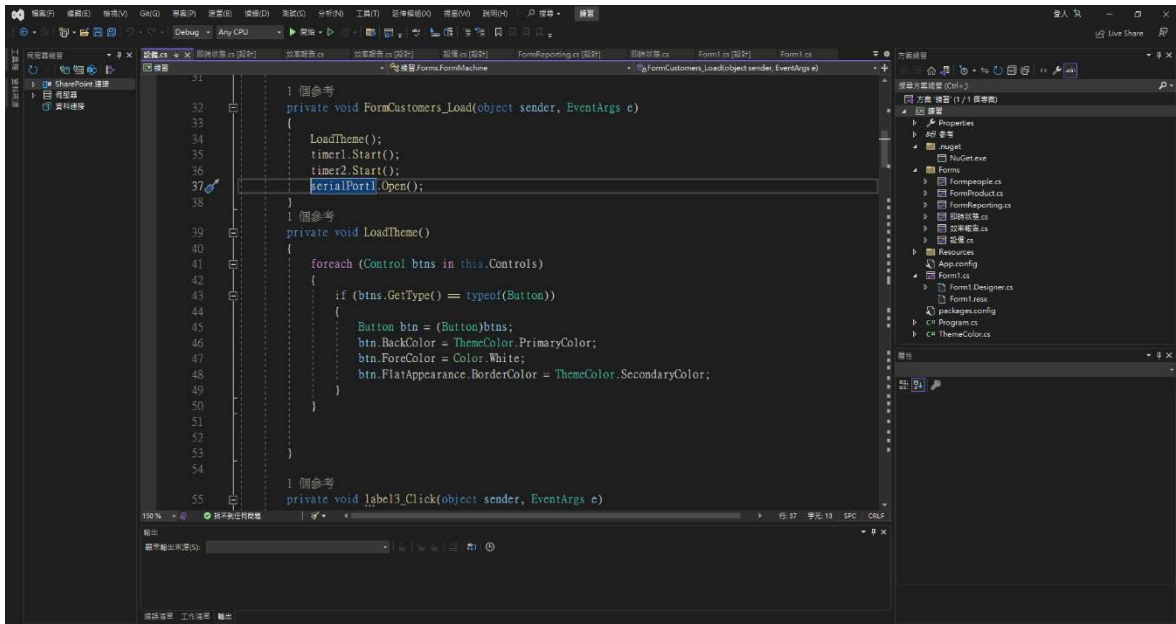


圖十、Keil5 程式編輯畫面

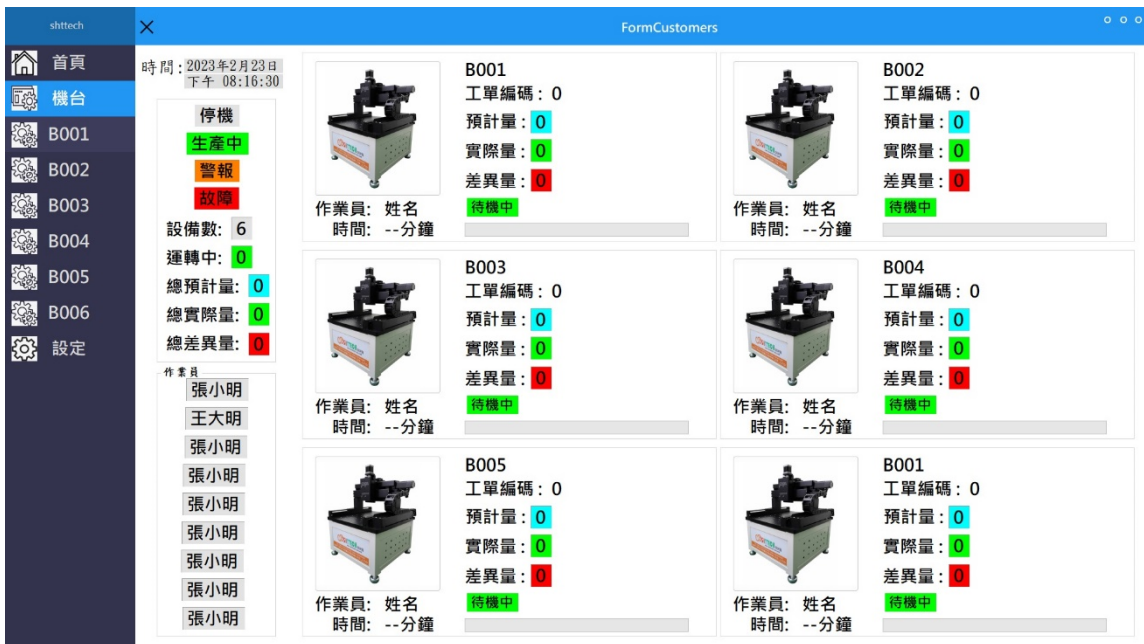
2.7.2 C#

C#是微軟推出的一種基於.NET框架和後來的.NET的、物件導向的進階程式語言。C#是一種由C和C++衍生出來的物件導向的程式語言。它在繼承C和C++強大功能的同時去掉了一些它們的複雜特性，使其成為C語言家族中的一種高效強大的程式語言。C#以.NET框架類別程式庫作為基礎，擁有類似Visual Basic的快速開發能力。

C#是一種多功能語言，擁有龐大而活躍的開發人員社區。廣泛應用於企業軟件開發、遊戲開發、Web開發等應用領域。該語言不斷發展，每個新版本都引入了新功能和改進。如圖十一



圖十一、C#程式編輯畫面



圖十一、C#畫面

2.7.3 MySQL 資料庫

XAMPP 是一個把 Apache 網頁伺服器與 PHP、Perl 及 MariaDB 集合在一起的安裝包，允許用戶可以在自己的電腦上輕易的建立網頁伺服器。XAMPP 裡的 X 指跨平台、A 是 Apache、M 是 MySQL（或者 MariaDB 一個 MySQL 的分支），兩個 P 分別代表 PHP 和 Perl。

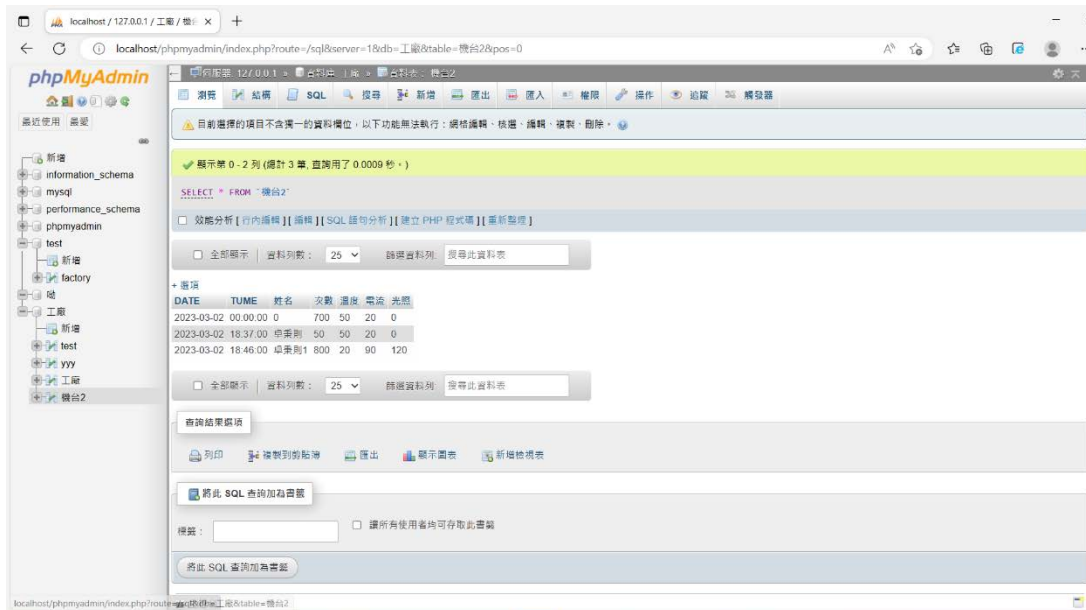
XAMPP 包括 MySQL 數據庫作為其組件之一。MySQL 是一種流行的開源關係數據庫管理系統 (RDBMS)，廣泛用於存儲和管理 Web 應用程序中的結構化數據。

安裝 XAMPP 時，MySQL 會自動配置並集成到 XAMPP 環境中。XAMPP 提供了一個易於使用的界面，通過名為 phpMyAdmin 的工具來管理 MySQL 數據庫。

XAMPP 通過 MySQL 集成簡化了設置本地 Web 開發環境的過程，允許您開發和測試數據庫驅動的應用程序，而無需單獨安裝數據庫服務器。但是，如前所述，請務必注意 XAMPP 主要用於開發和測試目的，可能不適合生產部署。如圖十二、如圖十三



圖十二、XAMPP 軟體使用畫面



圖十三、MySQL 資料庫畫面

2.8 使用相關技術

本章節將介紹(邊緣運算)、(稼動率)來介紹。

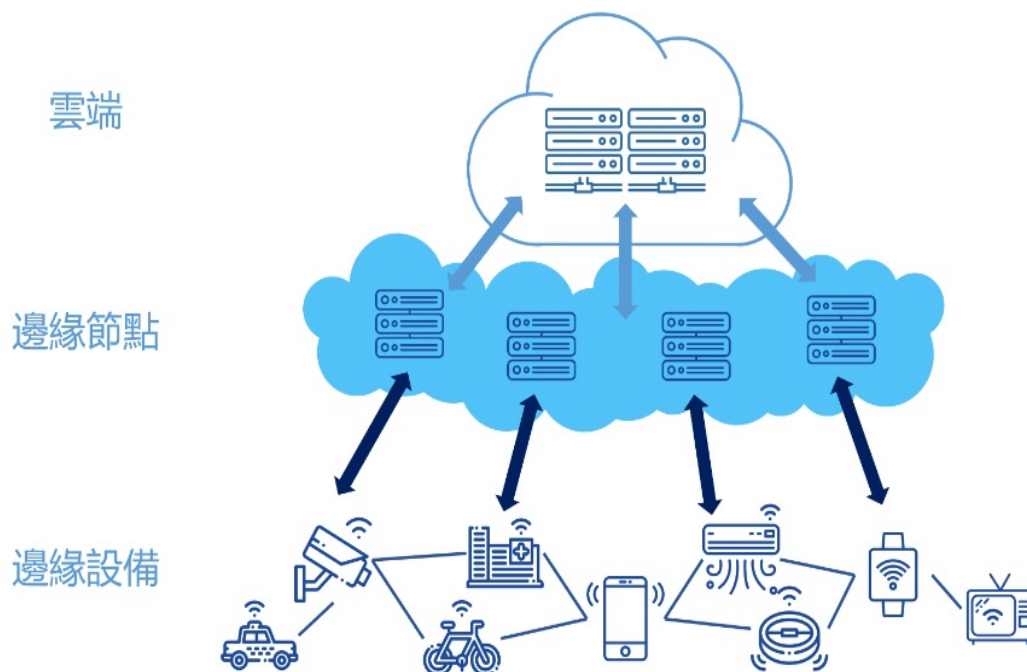
2.8.1 邊緣運算

邊緣運算 (Edge Computing) 是一種分散式計算模型，將數據處理和計算能力靠近數據源或用戶端設備的邊緣節點上，而不是完全依賴遠程的雲端服務器。它旨在解決傳統雲端運算所帶來的延遲、頻寬壓力和隱私問題。在邊緣運算中，數據的處理和分析在接近數據產生的地方進行，通常在物理設備、感測器、閘道器或本地伺服器上。這使得數據可以在實時或近乎實時的情況下進行即時分析、運算和回應。邊緣運算通常與物聯網 (IoT) 應用緊密相關，因為許多物聯網設備產生的數據需要即時處理和回應。邊緣運算是使資訊儲存和運算能力更接近產生該資訊的裝置，以及取用該資訊的使用者的程序。傳統上，應用程式將資料從感應器和智慧型手機等智慧型裝置傳輸至中央資料

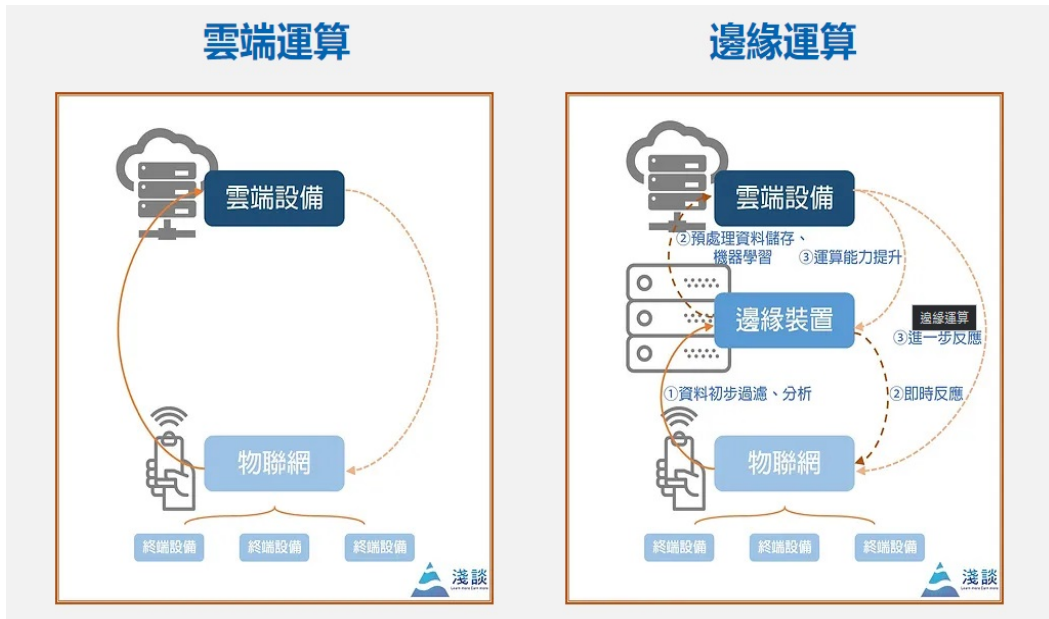
中心進行處理。然而，前所未有的複雜性和資料規模已超過網路能力。透過將處理能力轉移至更靠近使用者和裝置的位置，邊緣運算系統顯著提高了應用程式效能，降低了頻寬需求，並提供了更快的即時洞察。

邊緣運算的應用領域廣泛，包括智慧城市、智慧家居、工業自動化、智能交通系統、醫療保健和遠程監控等。它提供了一種更靈活、高效和即時的計算模型，能夠處理大量的數據和提供即時的結果，從而推動了許多物聯網和實時應用的發展。

邊緣運算在邊緣執行工作負載，即更靠近裝置和最終使用者。另一方面，雲端運算是一個廣義術語，包括在雲端服務供應商的資料中心執行所有類型的工作負載。但需要注意的是，雲端服務供應商也提供邊緣運算服務。例如，AWS 邊緣服務 在端點附近提供資料處理、分析和儲存，可讓您將 API 和工具部署至 AWS 資料中心以外的位置。如圖十四、如圖十五



圖十四、邊緣運算架構圖



圖十五、雲端運算與邊緣運算的差別

2.8.2 稼動率

稼動率 (Utilization Rate) 是指在特定時間段內，資源或設備實際被使用的比率或程度。它通常用於衡量資源的有效利用程度，並可以應用於不同領域，如生產、設施管理、運輸等。

在製造業中，工廠的稼動率是指工廠生產設備或生產能力實際運作的時間與可用時間之間的比率。它用於衡量工廠生產資源的有效利用程度，反映了工廠的生產效率和生產力水平。

稼動率的計算可以根據特定情境和需求而有所差異，但通常是基於以下公式：

$$\text{稼動率} = (\text{實際運作時間} / \text{可用時間}) \times 100\%$$

其中：實際運作時間是指工廠設備實際進行生產工作的時間，通常是減去停機時間、故障修復時間、設備調整時間等非生產時間。

可用時間是指在一定時間段內工廠設備理論上可用於生產的總時間，通常是減去預定停機時間、維護時間和計劃性的非生產時間（如清潔、保養、設備更換等）。

例如，假設一個工廠在一個月的時間內有 720 小時的可用時間，實際運作了 600 小時，則稼動率為 $(600 \text{ 小時} / 720 \text{ 小時}) \times 100\% = 83.3\%$ 。

高稼動率表示工廠的生產設備得到充分利用，生產資源得到有效使用，有助於提高生產效率和降低生產成本。然而，過高的稼動率可能也會導致設備壓力過大，增加故障風險，需要合理平衡生產需求和設備運行的安全性。

管理者可以通過定期監測和評估稼動率，了解工廠的生產效率和利用率，發現生產中的瓶頸和潛在改進點，制定相應的措施和優化策略，以提高工廠的稼動率和整體運營效能。

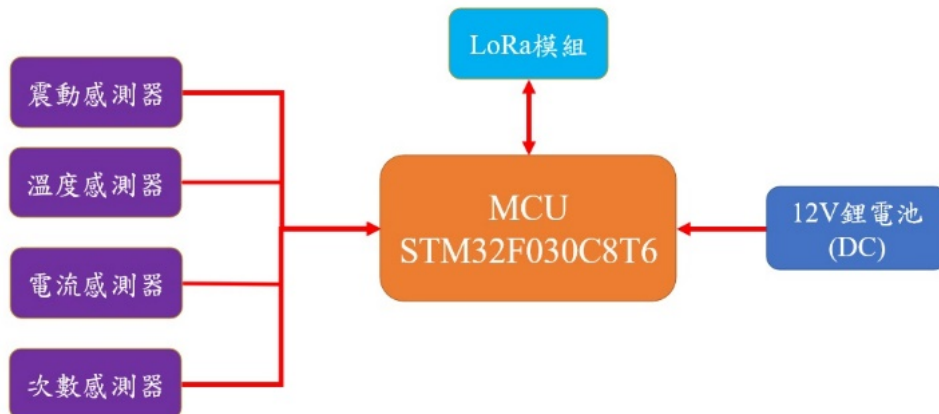
第三章 裝置與系統功能流程

作品硬體可分為兩個部份本專題，智慧機上盒及 LoRa Hub。這兩樣皆是使用 ARM STM32 作為 MCU 並且利用 LoRa 作為通訊介面。智慧機上盒用來感測機台狀態及利用晶片進行運算。LoRa Hub 則是用來接收機上盒所給的資訊並利用 TTL 線轉 USB 插上電腦即可收取 LoRa Hub 的訊息。硬體說明如下：

3.1 物聯網在工業之應用功能介紹：

3.1.1 智慧機上盒

使用 STM32F103C8T6 晶片製作智慧機上盒上並搭配 LoRa 無線通訊模組及電流、溫度、次數...等多種感測器進行感測並將收集進來的數據利用邊緣運算方式在晶片內部做整理及計算在將計算完後的結果利用 LoRa 無線傳輸的方式進行傳輸。如圖十六

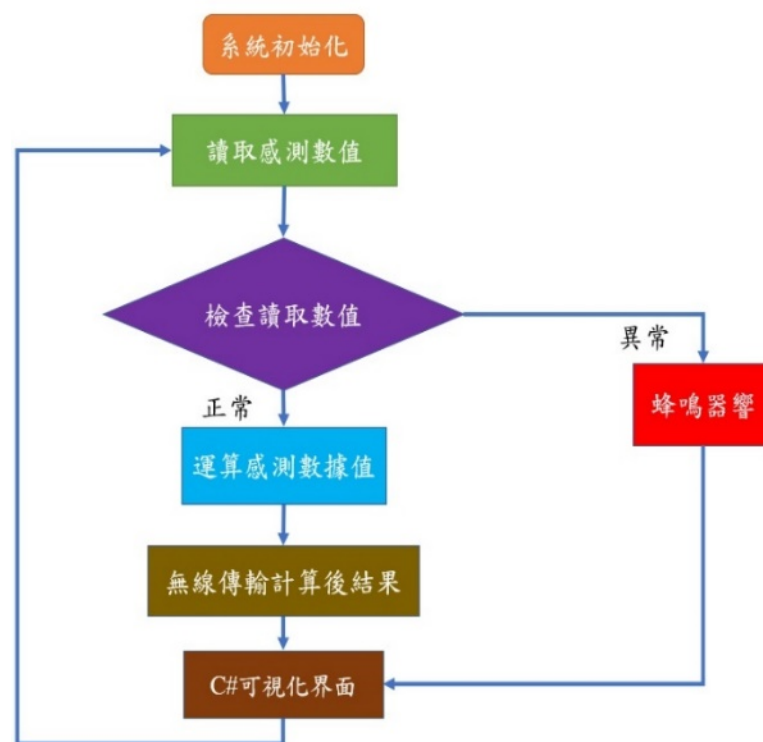


圖十六、智慧機上盒硬體架構

智慧機上盒程式流程如下(如圖十七)

1. 晶片初始化。
2. 開始感測機台數據(動作次數、機台溫度、耗電流、震動)。

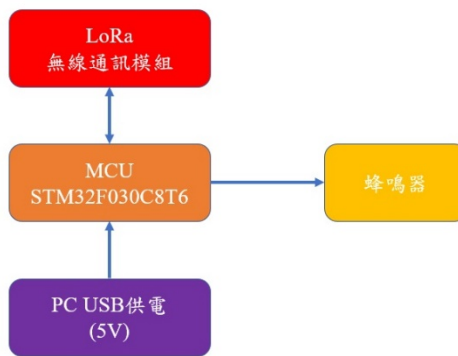
3. 晶片判斷感測數值是否正常。
4. 若正常，會利用邊緣運算，運算感測到的數值狀態。包括：設備的即時狀態、設備稼動率、產量預估及預防保養
5. 若異常，蜂鳴器會響並直接在 C#可視化界面顯示機上盒異常。
6. 將運算完的結果利用無線傳回監控端。
7. 將機台狀態以 C#可視化界面方式呈現。
8. 重新讀取數值。



圖十七、智慧機上盒流程圖

3.1.2 LoRa Hub

使用 STM32F103C8T6 晶片，搭配 LoRa 無線通訊模組及蜂鳴器製作一套 LoRa Hub 閘道器。負責接收機上盒所給的數值並利用 TTL 線轉 USB 連接電腦。如圖十八



圖十八、LoRa Hub 架構圖

LoRa Hub 流程圖(如圖十九)

主機開機後 LoRa Hub 啟動，透過 LoRa 無線通訊模組持續接收機上盒感測數據，下圖為 LoRa Hub 流程圖，詳細條列式說明如下：

1. 晶片初始化。
2. 等待接收智慧機上盒的 LoRa 訊號。
3. 無訊號，繼續等待 LoRa 訊號。
4. 有訊號，將 LoRa 訊號透過 TTL to USB 線輸入監控主機。
5. 利用 C#軟體將數據以可視化方式顯示數值，並存入資料庫、Excel。
6. 重新等待 LoRa 訊號。



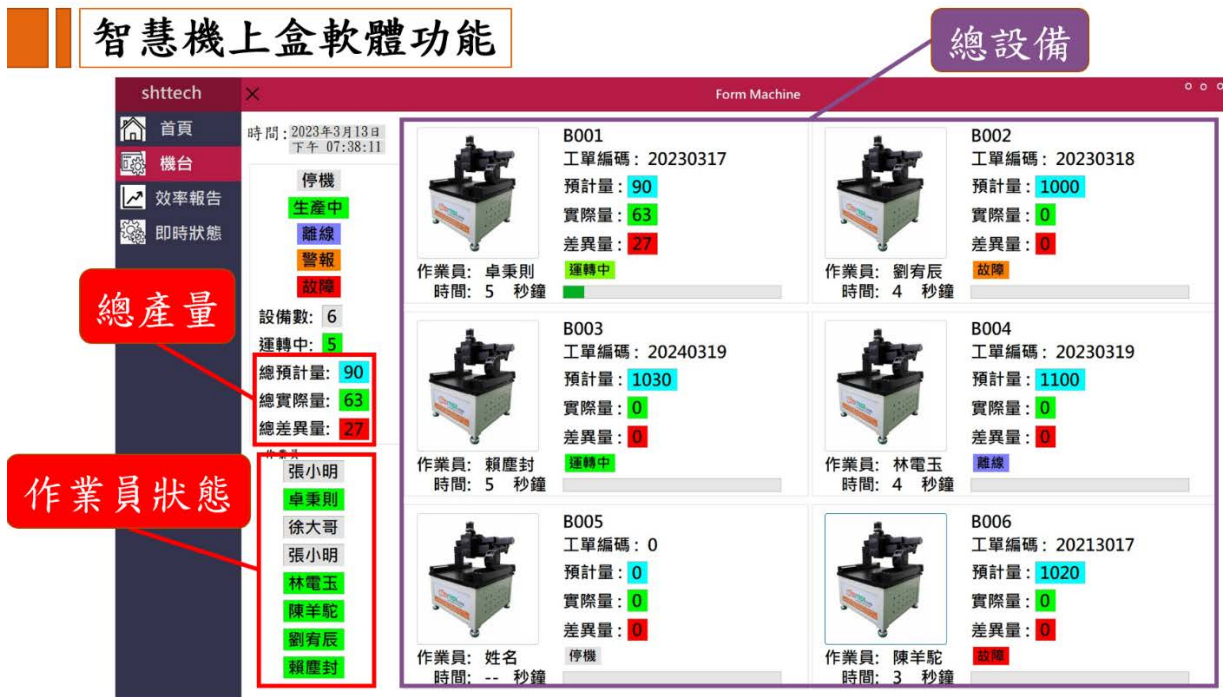
圖十九、LoRa Hub 流程圖

3.1.3 工業智能化管理系統功能

用 C# 製作出可視化界面，顯示機台、產量及人員的即時狀態。
詳細內容如下：

一、總機台(如圖二十):

1. 總機台狀態：待機中、生產中、警報、故障。
2. 總機台生產狀況：當天的個別機台的預估產量、實際量及差異量。
3. 總產量：當天的總預估產量、總實際量及總差異量。
4. 作業員狀態：目前誰在操作機台。

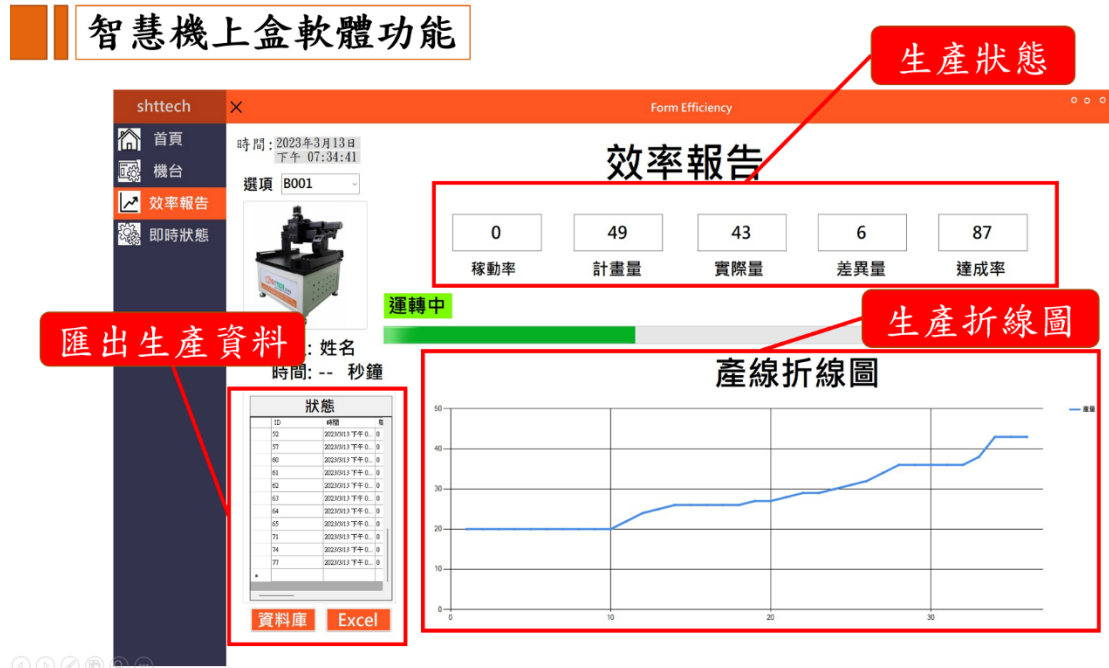


圖二十、總機台

二、效率報告 (如圖二十一):

1. 生產狀態:利用邊緣運算計算出稼動率、計畫量級差異量等。

2. 生產折線圖:利用折線圖提供管理者能夠更方便查看目前生產狀態、每小時的產量及做歷史查詢。
3. 匯出生產資料:將狀態表格中資訊匯出至 Excel 及資料庫中。



圖二十一、效率報告

三、及時狀態 (如圖二十二):

1. 機台及時狀態:使用感測器讀取機台數值並且利用邊緣運算的方式計算出機台狀態，當溫度及震動達到一定狀態時，機台狀態會顯示危險或是警告。
2. 狀態折線圖:提供管理者更方便作歷史查詢。
3. 機台狀態:會顯示正常、警告或危險。
4. 匯出生產資料:將狀態表格中資訊匯出至 Excel 及資料庫中。

智慧機上盒軟體功能

The screenshot displays the 'Form Machine status' software interface. The main title is '即時狀態' (Real-time Status). The interface includes a sidebar with navigation options: 首頁 (Home), 機台 (Machine), 效率報告 (Efficiency Report), and 即時狀態 (Real-time Status). The current time is 2023年3月18日 下午 07:37:11. The selected machine is '選項 B001'. A '危險' (Danger) warning is visible. The '操作人員' (Operator) section shows: 姓名: 78, 機台名稱: B001, 時間: --- 秒鐘, 訂單編號: 20230317. The '計量量' (Measurement) section shows: 計畫量: 78, 實際量: 63, 差異量: 15, 達成率: 0%. The '電流' (Current) section shows: 電流: 0.01, 震動: 380, 溫度: 23.99, 次數: 63. Below these are three line charts: '狀態折線圖' (Status Line Chart) showing current (電流) with a peak at 0.01, '溫度折線圖' (Temperature Line Chart) showing temperature (溫度) fluctuating around 23.99, and '機台狀態折線圖' (Machine Status Line Chart) showing machine status (狀態) with a sharp drop. A table titled '狀態' (Status) lists machine status data. At the bottom, there are buttons for '資料庫' (Database) and 'Excel'.

圖二十二、及時狀態

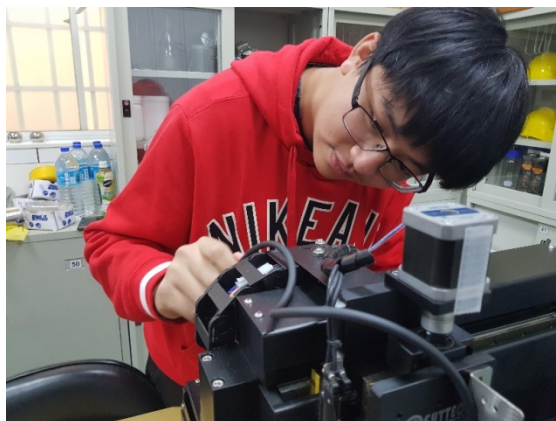
第四章 裝置與系統整合測試

本章節中主要介紹，智慧機上盒、LoRa Hub、工業智能化管理系統、以及資料庫等。

在物聯網與人工智慧的浪潮來臨之下，台灣製造業主要以傳統中小企業為主，工廠數位化不足，機台無法取得感測資料，生產數據多以紙本記錄，仰賴人工操作。工廠短期內要投資大筆經費，汰換設備與作業流程，藉此達到智慧製造與智慧工廠目標，透過工業物聯網的建置，掌握機台的即時狀況，並做有效的管理與處置。協助企業更有效將目前產線問題可視化，並提高機台故障預警防護措施與排除之效率。在感知層設備方面，感測器本專題選用溫度感測器、電流感測器、震動感測器、紅外線感測器。本專題的特殊之處在於加入了邊緣運算，將感測到的數值傳入晶片中，透過邊緣運算的方式在晶片裡進行運算，將再傳入雲端讓管理人員能夠快速瞭解機台的狀況。

4.1 機台製作

利用原有的設備來組裝及配線，並且以不破壞機台本身樣貌，來搭配了智慧機上盒來讓機台能夠智能化。使用 STM32F103C8T6 搭配溫溼度感測器、震動感測器、電流感測器、紅外線感測器、次數感測氣、LoRa 通訊模組，製作具有即時自動感測的裝置，透過 LoRa 無線傳輸數據至 LoRa Hob，在利用 LoRa Hob 並將數據傳至 C# 做顯示並將數據傳入資料庫做計錄。目的是提供管理人員能夠快速了解目前機台的狀況及人員的狀況。如圖二十三、機台安裝圖，如圖二十四、機台實體圖。



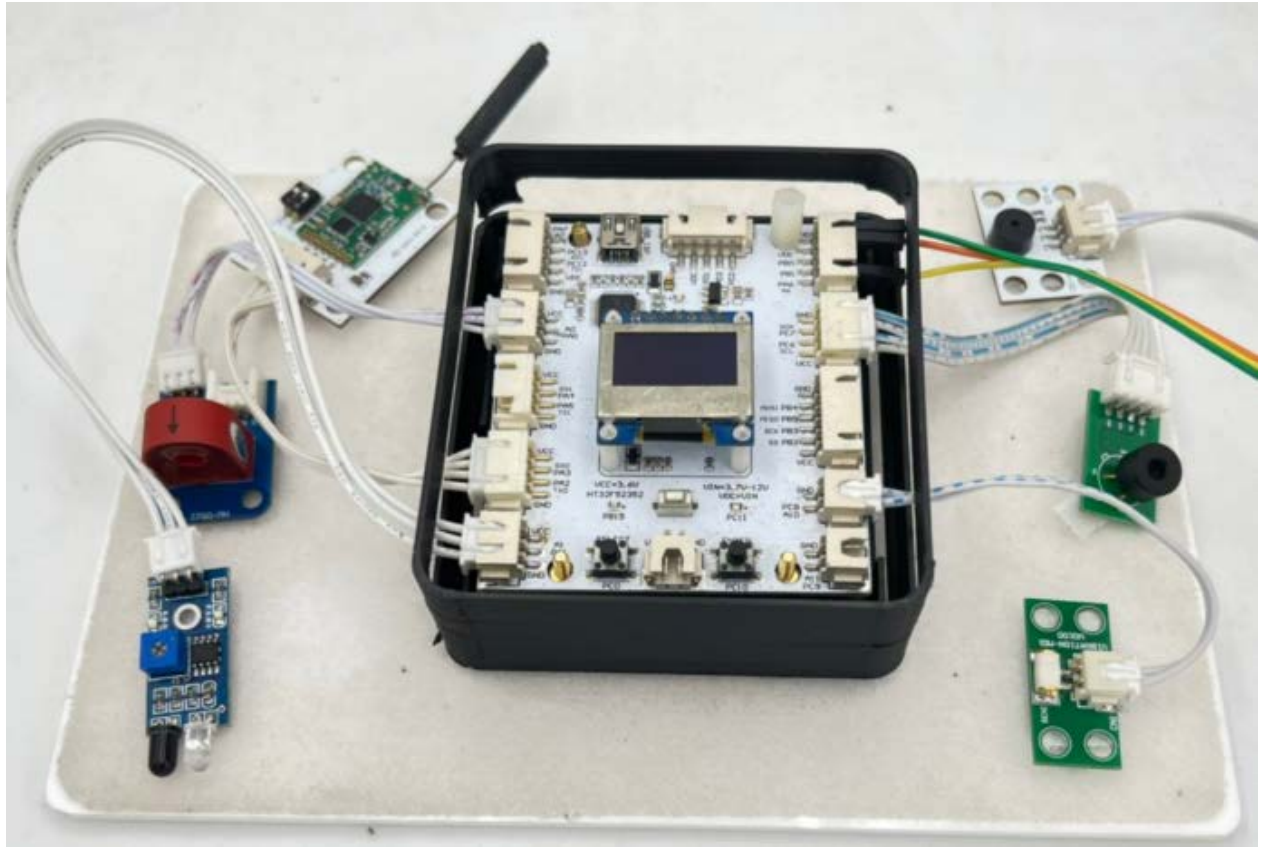
圖二十三、機台安裝圖



圖二十四、機台實體圖

4.1.1 智慧機上盒裝置

智慧機上盒裝置使用 STM32F103C8T6 搭配溫度感測器、震動感測器、電流感測器、紅外線感測器、次數感測器，來感測機台的數具再用邊緣運算的方式在晶片裡運算，並利用 LoRa 通訊模組傳輸。如圖二十五、智慧機上盒裝置圖。



圖二十五、智慧機上盒裝置圖

4.2 LoRa Hub 裝置製作

使用 STM32F103C8T6 晶片，搭配 LoRa 無線通訊模組及蜂鳴器製作一套 LoRa Hub 閘道器。負責接收機上盒所給的數值並利用 TTL 線轉 USB 連接電腦。如圖二十六、LoRa Hub 裝置



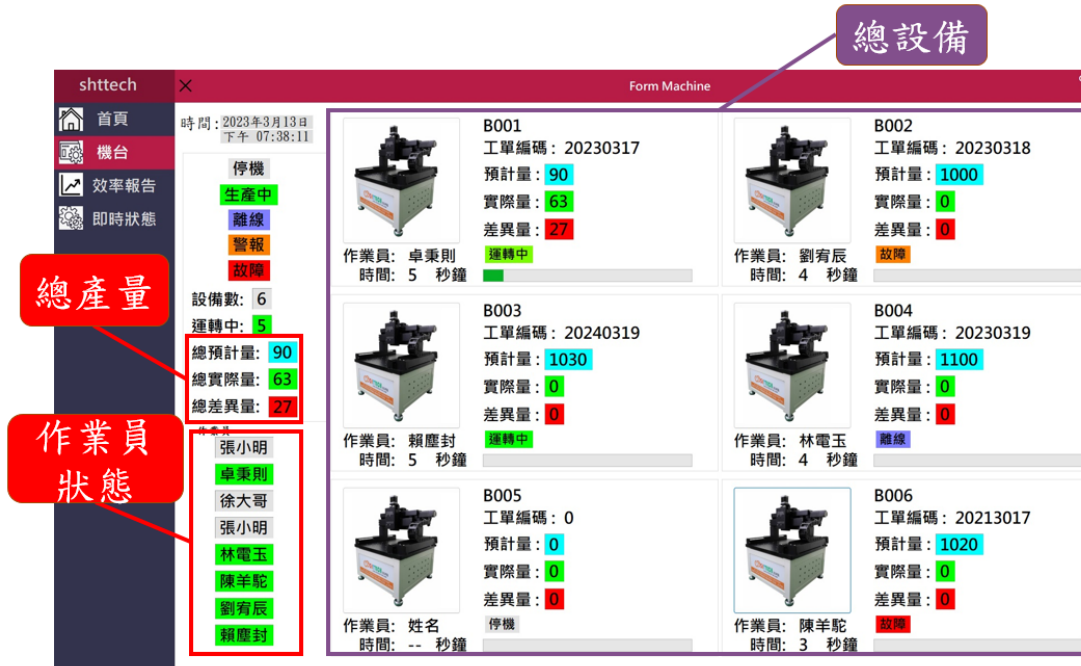
圖二十六、LoRa Hub 裝置

4.3 工業智能化管理系統實作

4.3.1 工業智能化管理系統即時數據

機台安裝智慧機上盒透過 LORA 收集機台的數據後再透過 LoRa Hub 將數據傳入至 C#可視化介面來做顯示，能及時查看現場機台的狀況，介面上有日期與時間、總產量、作業人員狀態、感測器的數據，以便管理人員能夠可視化介面來做查看，判斷現場機台的狀況。

如圖二十七、機台端現場即時狀態、如圖二十八、機台現場即時狀態



圖二十七、機台端現場即時狀態



圖二十八、機台現場即時狀態

系統啟動後，工業智能管理系統平台將持續監控數據，也可以透過後資料庫的方式來查詢以往的日期、時間、感測數據資料。如圖二十九、資料庫介面。



圖二十九、資料庫介面

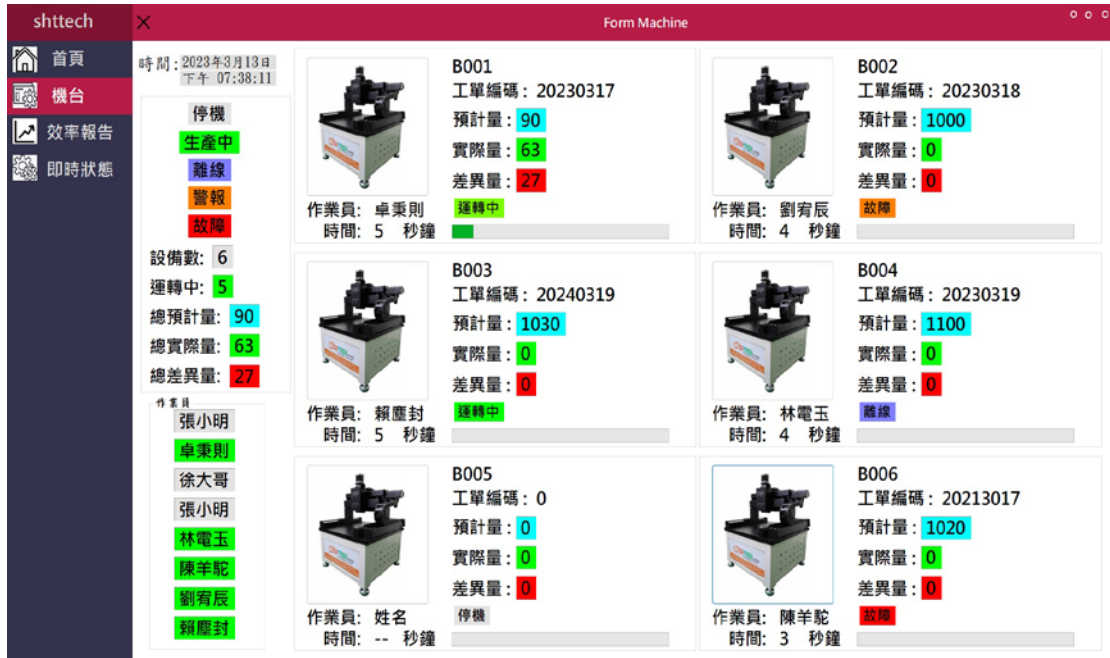
4.4 工業智能管理系統測試

4.4.1 系統狀態正常

機台裝置即時數據正常時，資料會透過 LORA 傳至 LORA Hub 閘道器再將數值傳入介面來顯示，同時也會寫入後台資料庫做整理。如圖三十、機台正常圖，如圖三十一、可視化介面數值正常圖



圖三十、機台正常圖



圖三十一、可視化介面數值正常圖

4.4.2 系統異常狀況

當機台溫度過高時的時候，智慧機上盒裝置會將數據透過 LORA 將資料傳輸至可視化界面，界面上顯示該機台即時數據，溫度是否過高，讓管理人員能夠迅速的處理狀況。並且也透過軟體機台溫度過高的情況發送至 LINE 群組,做第一時間的通報。如圖三十二、可視化介面異常狀態圖，圖三十三、LINE 發送警報圖。



圖三十二、可視化介面異常狀態圖



圖三十三、LINE 發送警報圖

第五章 結果與討論

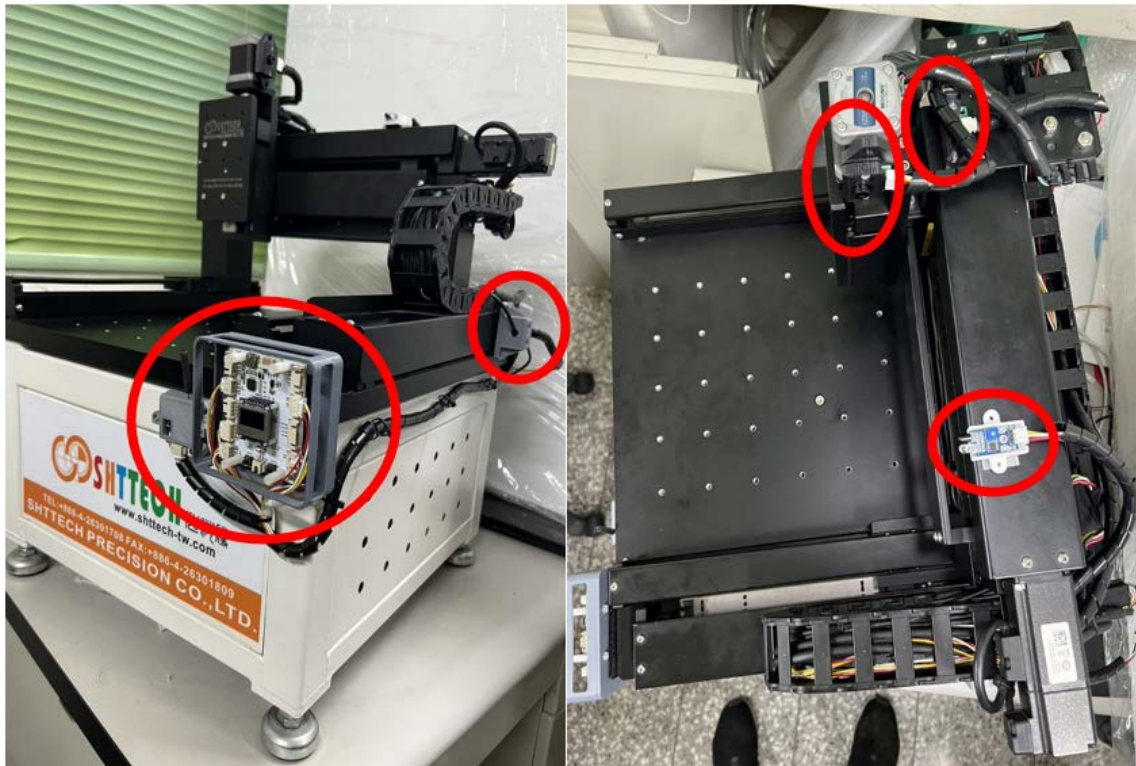
本專題分為三大類，智慧機上盒、LoRa Hub 閘道器以及一套工業智能化管理系統。

近年來 IIOT(工業物聯網)興起，智慧工廠及工業 4.0 的技術逐漸成熟更甚至已經變成了一種產業叫做智能化系統，並且也因為政府及聯合國的積極推動下 ESG 永續的意識逐漸被重視。正因為如此，工廠機台逐漸走向自動化控制，或販售整套的工廠管理系統，但市面上的自動化設備及工廠管理系統動輒幾百萬甚至千萬。中小型企業由於規模及資源有限，往往缺乏獲得資金的機會，因此，傳統工廠都還是以人力為主。

本專題最主要是為了要協助傳統中小型企業的需求，導入物聯網概念及技術規劃。在不改裝或更換新機台的情況以外掛式的方式外掛在機台上，以簡單、低成本又高實用性的方法來製作一個工廠的智慧機上盒。利用 STM32F103C8T6(ARM-Cortex-M0)嵌入式晶片加裝次數、溫度、震動、與耗電量偵測等感測元件，並將機上盒所收集到的機台感測數值利用晶片做邊緣運算，再透過 LoRa 無線傳輸的方式，將機台狀況及生產狀態的資料回傳至監控端，並將這些數據整合起來資料整合起來達到以下這些目的 即時掌握設備狀態、提供設備稼動率、產量預估、預防保養、省人力成本，提供使用者更方便確保，每台機台稼動率、妥善率以及機台是否需要停機維修或需要汰舊換新。以這個機上盒為出發點，引導台灣的傳統中小型企業能夠離工業 4.0 更進一步及邁入 ESG 的第一步，提升整體的國際競爭力。

科技的崛起及 ESG 環保意識的抬頭，會影響到各個行業，連工業也不例外。企業的競爭是無法想像的，要是中小型企業不做一些改變，

未來很有可能會被淘汰，希望可以透過本專題協助借鏡中小型企業轉型成為智慧化工廠。如圖三十四、機台感測器



圖三十四、機台感測器

參考文獻

1. 出自:中央通訊社 2022 年中小企業白皮書出爐 家數破 159 萬 創新高 2022/10/28 <https://reurl.cc/gD2yDb>
2. 出自:semi 工業 4.0 大全，從淺到深一篇搞懂它！ 2019-01-13 <https://reurl.cc/N0Ad06>
3. 出自:TIBCO 軟體公司 什麼是工業物聯網 (IIoT) ? <https://www.tibco.com/zh-hant/reference-center>
4. 出自:經濟部智慧管理局 ESG 淨零排放 <https://reurl.cc/DAYkj6>
5. 出自:Spark spark Finance 【ESG 投資懶人包】 ESG 是什麼？3 大標準怎麼評分？ 作者:Xue Yang 2022/08/01 <https://reurl.cc/01p0E9>
6. 出自:台塑網 FTC FEM 設備保養管理系統 <https://www.efpg.com.tw/ftc/zhtw/products/FEM.do>
7. 出自:就享知 DigiKnow 生產線的稼動率能提升的幾個因素 作者:吳欣珊 2022//02/07 <https://reurl.cc/XEjMm0>
8. 出自:aws 亞馬遜網路服務公司 什麼是邊緣運算 ? <https://aws.amazon.com/tw/what-is/edge-computing/>
9. 出自:BitLINK 環訊科技 LoRa 的應用與效益介紹 <http://www.bitlink.com.tw/site/show.php?cid=17&id=60>
10. 出自:Gemtek-無線通訊技術的領導廠商 LoRa Hub <https://www.gemteks.com/products/lora-iot/gateway>
11. 出自:經濟部工業局 科技產業資訊局 政府協助導入智慧機上盒(SMB) 實現設備聯網 加速企業邁向智慧製造 2018/02/26 <https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=14221>