

# Design of an Electrochemical Biosensor Signal Processing System for Uric Acid Detection Platform

Jie-Da Su, and Chun-Yueh Huang\*

Department of Electrical Engineering, National University of Tainan, Tainan, 70005, Taiwan

Email: cyhun@gm2.nutn.edu.tw

## Abstract

In this paper, an electrochemical biosensor signal processing system for uric acid detection platform is proposed to detect the pH value of urine. In the proposed platform, the measured urine is dropped on a pH sensor strip, and the strip will generate a voltage value corresponding to the measured urine pH value. Then, the voltage will be transmitted to the phone in wireless after measured by the proposed signal processing system. Finally, the pH value of the measured urine will be shown on the phone and be recorded in the cloud.

In the system design, the EMF32 chip is used as the control unit, the UltraE pH strip is used for urine pH measurement, the Bluetooth module is used to perform the wireless data transmission, and the phone is used to show the measured results. In the system verification, we use the UltraE pH strip to measure a set of different pH standard solution to establish a calibration curve. Based on the calibration curve, the proposed system can perform the urine pH measurement.

In comparison with the results measured by the commercial acid-base detector, the proposed system has the advantages of high speed, small size, simple operation, and easy portability.

**Keywords:** potentiostat, electrochemical biosensors, uric acid, Bluetooth 4.0

---

\* Corresponding author: cyhun@gm2.nutn.edu.tw  
DOI : 10.53106/222344892022101202002

# 應用於尿酸檢測平台之電化學生物感測器信號處理系統設計

蘇玠達 黃俊岳  
國立臺南大學電機工程學系

## 摘要

本論文提出一個應用於尿酸檢測平台之電化學生物感測器信號處理系統設計，其主要目的是要設計一個簡易使用的尿酸檢測平台，透過 pH 感測試片，對於尿液檢體進行檢測，將檢測結果所回饋之電壓信號，經由所開發之信號處理系統，將測得結果以無線傳輸至手機，最後，透過手機之 APP 將 pH 值顯示出來。

在系統設計方面，我們採用 EMF32 微處理器晶片為控制核心，並採用超極生技公司之 pH 感測試片，將待量測之尿液檢體滴在試片上，而該試片會將檢測結果反應出電壓信號，透過晶片內之 ADC 接收後，轉變為數位訊號，再經由 UART 傳出訊號給藍芽模組，藍芽接收到訊號後再以無線方式傳送到手機，最後，由手機 APP 顯示數值即可得知尿酸之 pH 值，同時，這個檢測結果也會傳送到雲端資料庫中。

在系統驗證方面，我們採用 pH 感測試片針對不同 pH 標準液進行量測，將所測試結果，建立出 pH 值之校正曲線，並將檢測結果與商用酸鹼檢測儀之檢測結果進行比較驗證。實驗結果顯示本論文所提出之尿酸檢測平台，具有檢測速度快、操作簡便、與高準確度等特點。

**關鍵詞：**電化學分析儀、電化學感測器、尿酸、藍芽 4.0

## 1. 緒論

隨著時代的演變與科技進步，現今社會醫療體系完整健全，國民平均壽命也逐年增加，但糖尿病、高血壓、心血管疾病的三高問題，卻仍是民眾不容忽視的健康議題，甚至也不再只是年長者專屬的疾病。人們忙於工作也相當重視休閒，不論是工作繁忙的外食，亦或是假日休閒的美食，都能在 Instagram、Facebook 看到，也能從此顯示許多人三餐外食頻率之高，尤其在台灣每年商機高達 300 億的火鍋，更是民眾的熱愛。隨著飲食及生活型態大幅改變，當民眾食用大量肉類、內臟類、海鮮、酒精、高鹽飲食等，又缺乏運動下，因此有了年輕三高族的產生。三高是慢性腎臟病的高危險群，而慢性腎臟病患者會因身體排除尿酸速度較慢，使尿酸易堆積於體內。有鑑於此，開發一個低成本，便於攜帶，具即時監測及儲存可觀察數據的尿酸感測器有其必要性，使民眾能記錄及掌控自己的健康。

本論文包含了五個章節，在第一章中，探討了生物感測器及其訊號處理裝置—電化學分析儀，並說明本論文的研究目的；第二章則介紹電化學分析儀基本原理、常見的量測方法，與相關文獻探討；第三章，將針對本文所提出的尿酸檢測平台設計進行說明，包括檢測平台整體架構、訊號輸入與輸出、訊號處理及使用者介面設計，以及藍芽應用；第四章則將本研究所設計之檢測平台與市售產品進行比對驗證，且進行討論；第五章總結本論文之研究成果，並提出未來可改進與發展的方向。

## 2. 研究方法

大多數的電化學生物感測器都是由工作電極(Working electrode)、參考電極(Reference electrode)以及輔助電極(Counter electrode)所構成。不論是哪種電化學生物感測器，在其系統內都需要一組訊號處理裝置，也就是電化學分析儀，藉以維持電化學反應的平衡及穩定，也會依照不同的需求，採用不同的電化學測量方法；此外，隨著科技的日益發展，許多量測工具開始附加無線傳輸，能夠有效減少時間、縮短距離的效益。

### 2.1 電位量測法

電位量測法(Potentiometric method)[1]主要是藉由電極在電化學電解液中零電流的條件下，進行電極間電位差的分析測定，根據分析應用的方式又可分為直接電位法與電位滴定法。直接電位法(Direct potentiometry)為直接量測離子活度的方法，根據電極在電解液中所構成的電位與待測離子活度間的函數關係可直接測定離子的活度。電位滴定法(Potentiometric titration)為對反應量關係進行定量觀察的方法，根據滴定過程中量測到電極電位的突躍來確定滴定終點，通過消耗滴定劑的量可計算待測成分的含量。此量測法所需的儀器為簡單且廉價的裝置，其中包含了一個參考電極、一個指示電極(Indicator electrode)以及電位量測裝置(Potential measuring device)，這裡的指示電極等同於工作電極。電位量測法最典型的應用為 pH 值的量測，即藉由量測電解液中工作電極與參考電極間的電位差。

### 2.2 尿酸與 pH 值關係

痛風患者們都有一個的相同的煩惱：高尿酸，而降低尿酸的辦法之一就是調控尿液的 pH 值。人體尿液的 pH 值，可直接反應尿酸排泄的狀況。

正常人的尿液一般呈現弱鹼性，當 pH 值小於 5.5 時，尿酸呈過飽和狀態，會影響正常的尿酸排泄，容易形成尿酸結石。pH 值在 6.2~6.9 之間時，大部分尿酸會以陰離子尿酸鹽的形式存在，恢復正常的尿酸排泄狀態，體內沉積的尿酸結石也能隨之被溶解並隨尿液排出體外。因此，將人體尿液的 PH 值維持在 6.5 左右，最有利於尿酸結石溶解，維持正常尿酸排泄狀態[2]。

有高尿酸的患者，由於尿液的 pH 值會受食物、酒、運動及尿量多少等影響而變化，因此一天當中會有高低起伏，所以剛開始治療時，每天必須多測試幾次；治療一段時間後，可改為每週測試一次。常見降低尿酸的方法是食用小蘇打，其效果快、代謝也很快，因此服用方法以少量多次為原則，飲食部分也可多吃蔬菜和海藻等含鹼性高的食物[3]，避免攝取太多肉類等油膩食物，參考如圖 1[3]。



圖 1 影響尿酸酸鹼的食物

### 2.3 文獻探討

有關 pH 值感測器，比較常見的感測器為玻璃電極，玻璃電極不易保存、易碎，使用前還必須作校正，而且所需要的檢體量必須夠多，至少要一個燒杯。另外也有採用半導體技術研究設計 pH 值感測器，如[4]所設計之氧化鋅奈米線結合金奈米顆粒應用於微流道電化學 pH 值感測器，利用半導體微影技術，製作參考電極以 Ag/AgCl 薄膜、指示電極以 ZnO 奈米線為基礎的電化學 pH 值感測器，結合微流道技術將感測器進一步縮小，其中 ZnO 奈米線主要使用水熱法製作，並利用濺鍍與快速熱退火製程在奈米柱表面結合 40nm 及 60nm 之金顆粒，比較其增強 pH 的感測性質。實驗結果無論在恆定電流模式(線性區)還是恆定電壓模式(飽和區)下，800nm ZnO 奈米柱結合 40nm 金顆粒的靈敏度還是線性度皆有最好的反應。另外結合微流道技術使得電化學 pH 值感測器僅需幾毫升的溶液即可完成測量，可以顯著改良傳統 pH 計或 EGFET 在量測時，需要額外參考電極和量測溶液量較多等缺點。圖 2 為微流道 pH 值感測器流程圖以及圖 3 開極電壓與 pH Value 的線性關係。

本研究所採用 pH 值檢測試片為超極生技公司所開發，如圖 4 所示，此電極上面包括有 pH Sensor 與溫度感測器，感測器為試片方式設計，具有可拋棄式、所需檢體少、免校正等優點。

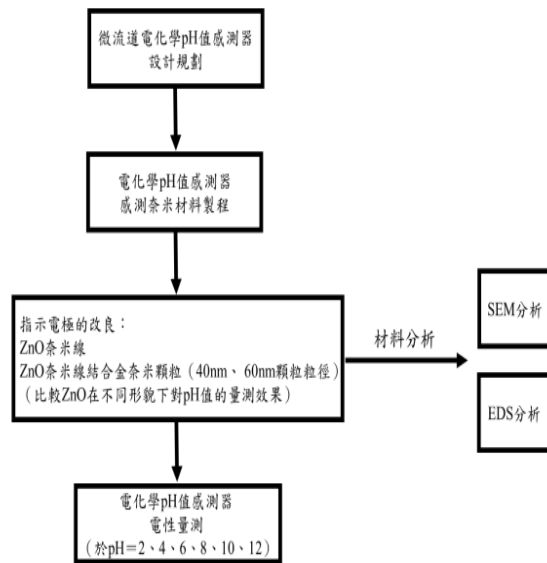


圖 2 微流道 pH 值感測器流程圖

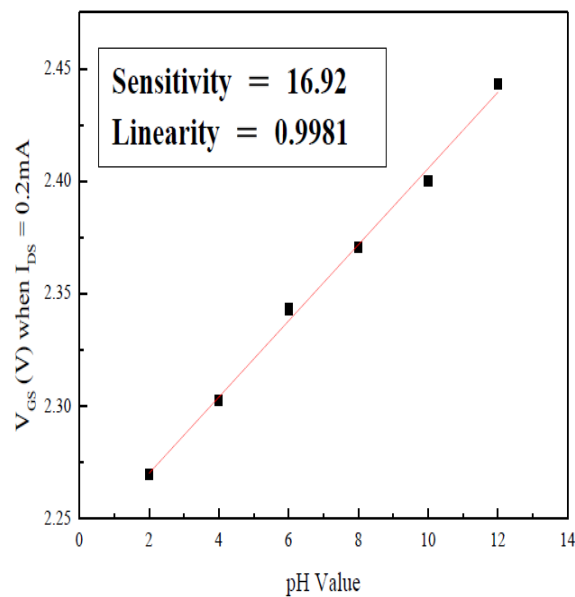


圖 3 靈敏度和線性度分析



圖 4 超極生技公司所開發 pH 值檢測試片

## 2.4 檢測系統設計

本論文提出的尿酸檢測平台架構如圖 5，單晶片使用 EMF32，晶片內含有兩組 12bit 的數位類比轉換器，一組擁有 8 通道輸入的 12bit 類比數位轉換器以及 6 組 16bit 的數位

I/O Ports 控制介面。

電極試片使用 UH1 酸鹼試片電極，為免校正酸鹼試片，藉由試片表面薄膜的氧化還原反應，測量試片表面產生的電位，透過能斯特方程式[5]計算出電位與 pH 值的關係，得出斜率 0.0592 V / pH 的數值。再以生產的一致性達到電極免校正的目的。

電源是由手機的 OTG 轉接頭[6](Type-C 轉 USB)連接埠提供 5V 電壓給單晶片，量測訊號由式片與滴入液體發生化學反應產生電壓，經過單晶片 ADC 轉換後通過 UART 傳給手機藍芽。

單晶片之 ADC 是一組 12 位元的類比數位轉換器，參考電壓使用 3.3V，數位輸出與類比電壓輸入的對應如圖 6。酸鹼量測電極式片滴入檢體時會反應出相關之電壓值，使用方程式(1) ADC 轉換經過計算後即可得到數位訊號，如輸入 192 mV 電壓經過 ADC 轉換後數位輸出為 239。

$$\text{ConvertedVoltage} = \text{ConvertedValue} * V_{\text{ref}} / (2^{(12 - 1)}) \quad (1)$$

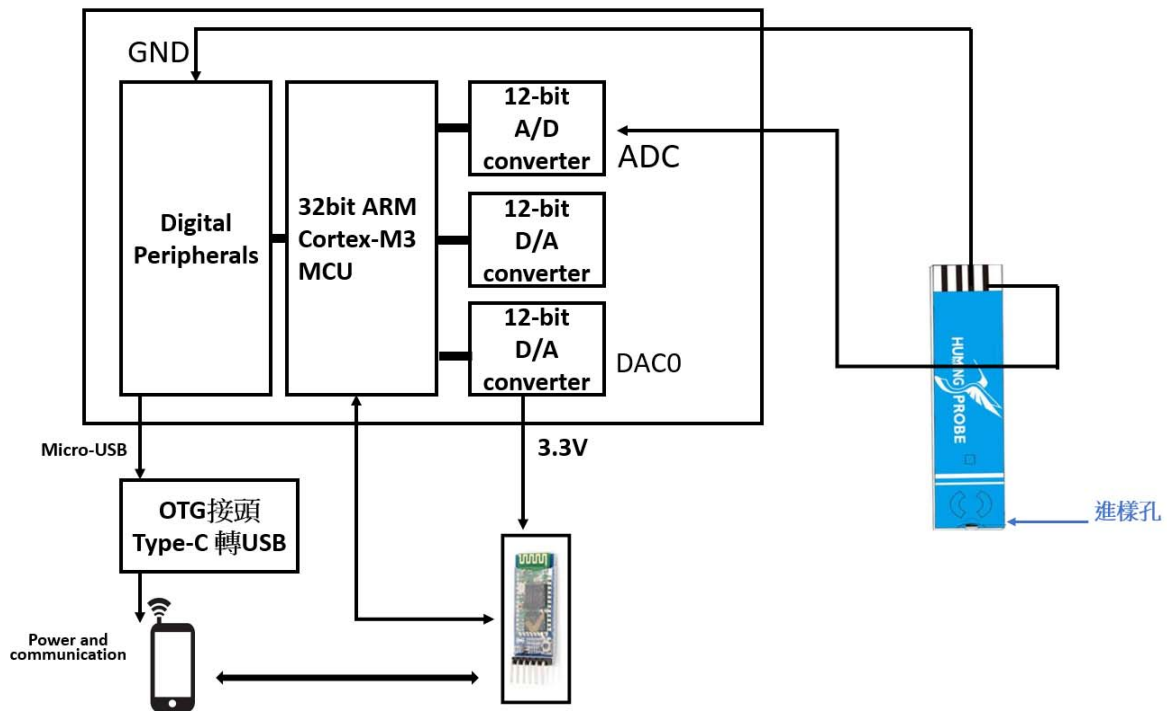


圖 5 尿酸檢測平台架構圖

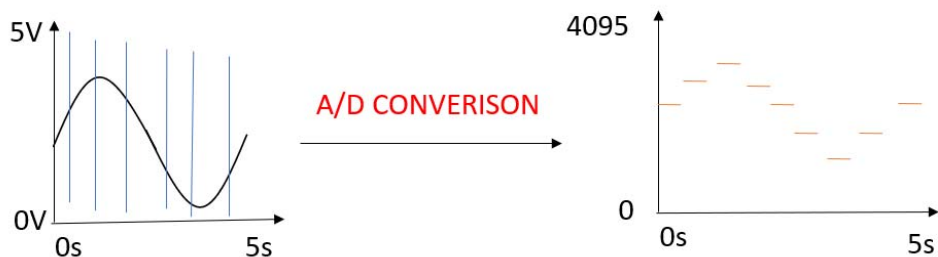


圖 6 理想狀態 ADC 轉換

## 2.5 藍芽模組配對與設定

本論文所使用之藍芽模組是市售的 HC-05[7]，要使用 HC-05 進行通訊的話，需事先設定:藍芽名稱，配對密碼，設定主從模式，設定鮑率，然後退出 AT 模式，使用 HC-05 連線另一個藍芽裝置即可，使用單晶片與連線藍芽的串列埠便連接即可以收發資料了。藍牙 HC-05 和 Arduino UNO 板設定 AT 指令教學:

首先，將程式燒進 Arduino 板如圖 7，然後將電路透過杜邦線接上。然後我們就可以來進行 AT 模式的調整了。在設 AT 指令前，先與 Arduino UNO 用杜邦線連接，跟著表 1 連線，使用四條線即可完成，如圖 8 所示。

```

sketch_feb22a $
//藍芽Arduino程式
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BTSerial(10, 11); // RX | TX
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //Connect with computer serial port
  Serial.println("Enter AT commands:");
  BTSerial.begin(38400); // HC-05 default speed in AT command mode
}
void loop()
{
  // Keep reading from HC-05 and send to Arduino Serial Monitor
  if (BTSerial.available())
    Serial.write(BTSerial.read());
  // Keep reading from Arduino Serial Monitor and send to HC-05
  if (Serial.available())
    BTSerial.write(Serial.read());
}

```

草稿碼使用了 3986 bytes (12%) 的程式儲存空間。上限為 32256 bytes。  
全域變數使用了 430 bytes (20%) 的動態記憶體，剩餘 1618 bytes 給區域變數。上限為 2048 bytes。

圖 7 藍芽 Arduino 程式

表 1 藍芽與 Arduino 接線

藍牙	Arduino UNO
VCC	5V
GND	GND
TXD	Pin 10
RXD	Pin 11

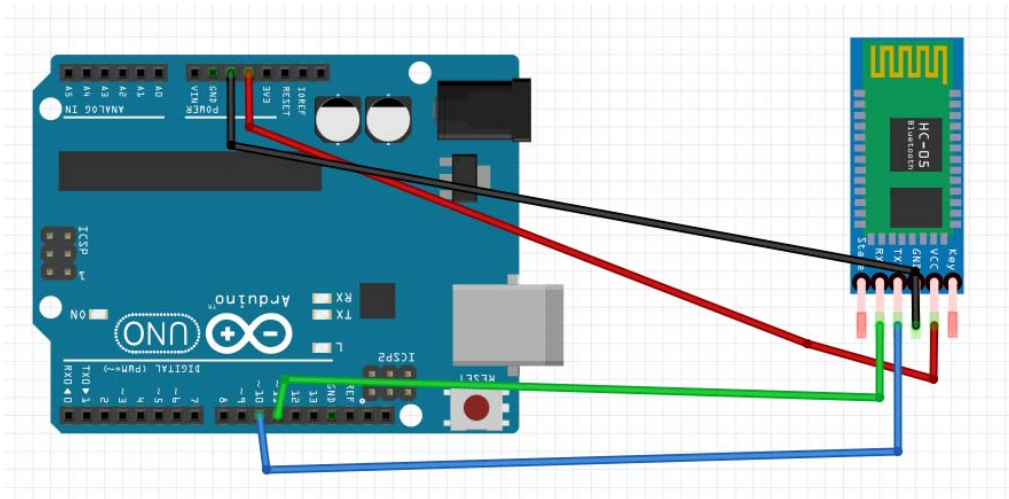


圖 8 藍芽與 Arduino 連線

當藍芽裝置連接完成後，進入 AT mode 操作，就可以來做一些調整，一般來說我們常用的有修改裝置名稱、密碼、主從、裝置位置、鮑率等等。配置藍芽傳送 AT 指令後返回 OK 表示設定成功，表 2 詳細說明常用 AT 指令的使用方法。

表 2 AT MODE

命令	作用
AT	測試連線是否正確
AT+ORGL	恢復默認狀態
AT+RESET	模塊復位
AT+ADDR?	獲取模塊藍牙地址
AT+ROLE= 0	設置/查詢—模塊角色
AT+ ROLE?	
AT+PSWD= 1234	設置/查詢—配對密碼
AT+PSWD?	
AT+ UART?	設置/查詢—串口參數
AT+UART=115200,0,0	
AT+BIND= 98D3,32,314E44	設置/查詢—綁定藍牙地址
AT+ BIND?	
AT+NAME= URIC ACID MEASURING	設置/查詢—名稱
AT+ NAME?	
AT+INIT	初始化 SPP 函式庫
AT+INQ	開始詢問，將搜尋周遭藍牙裝置
AT+INQC	結束詢問

### 3. 手機 APP 開發

#### 3.1 MIT App Inventor 簡介

Google 在 2010 年底推出 App Inventor 給所有使用者使用，App Inventor 由一群 Google 工程師與勇於挑戰的使用者共同參與。Google App Inventor 是一個完全線上開發的 Android 程式環境，Android SDK 環境建置在雲端(網路上)，使用者只要在 PC 上安裝 JAVA 即可立即使用。App Inventor 有別於過往複雜的程式碼，而是使用積木式堆疊方式，讓使用者進程式開發。此外，它也支援樂高 NXT 機器人，對於剛接觸機器人設計與程式設計的初學者而言是最容易入門的管道。但 Google Lab 已於 2011 年停止了繼續發展的計畫，並將所有資源移交給麻省理工學院行動學習中心，並以 MIT App Inventor 名稱繼續提供[8]。

#### 3.2 App Inventor 程式開發

本次檢測平台選用 App Inventor 的原因，是立基於未來方便改善本檢測平台。建立一個 App Inventor 程式，首先進行介面設計，規劃想呈現出來的畫面以及功能，「Designer」介面設計環境有很多工具可以使用，如按鈕、文字輸入方塊、圖示...等。

選用完基本的圖示設計後，接著需要進行的是程式區塊「Blocks」設計，其中需要運用一些邏輯與運算思維，例如按鍵按下後判斷 A 值與 B 值是否相同後去執行運算或是確認的動作。在完成上述步驟後，經由編譯 APK 並將二維條碼顯示在電腦螢幕上，再用手機掃描條碼，即可將程式下載到手機內部並打開安裝使用此檢測平台之 APP。

#### 3.3 App Inventor 程式解說 1

圖 9 為 APP 開啟初始頁面，其中包含藍芽連線選項、量測系統啟動、數值顯示，以及紀錄。圖 10 以及圖 11 為程式設計，接收資料方面，電極式片的電壓傳到 ADC，經由 UART 傳給手機，因為一個位元組的資料是 0~255，因此要把數值以 8 位元為單位來組合，並存入 number 變數中，就能順利將數字還原了。

PH 值校正曲線方面，取出酸鹼量測電極式片使用市售酸鹼檢測儀滴入標準液取得電壓與 PH 值的關係，圖 12 使用線性公式  $Y=aX+b$ ，設 Y 為 pH 值，X 為電壓值，經過計算後即可得到變數 a 與 b。



圖 9 APP Screen1

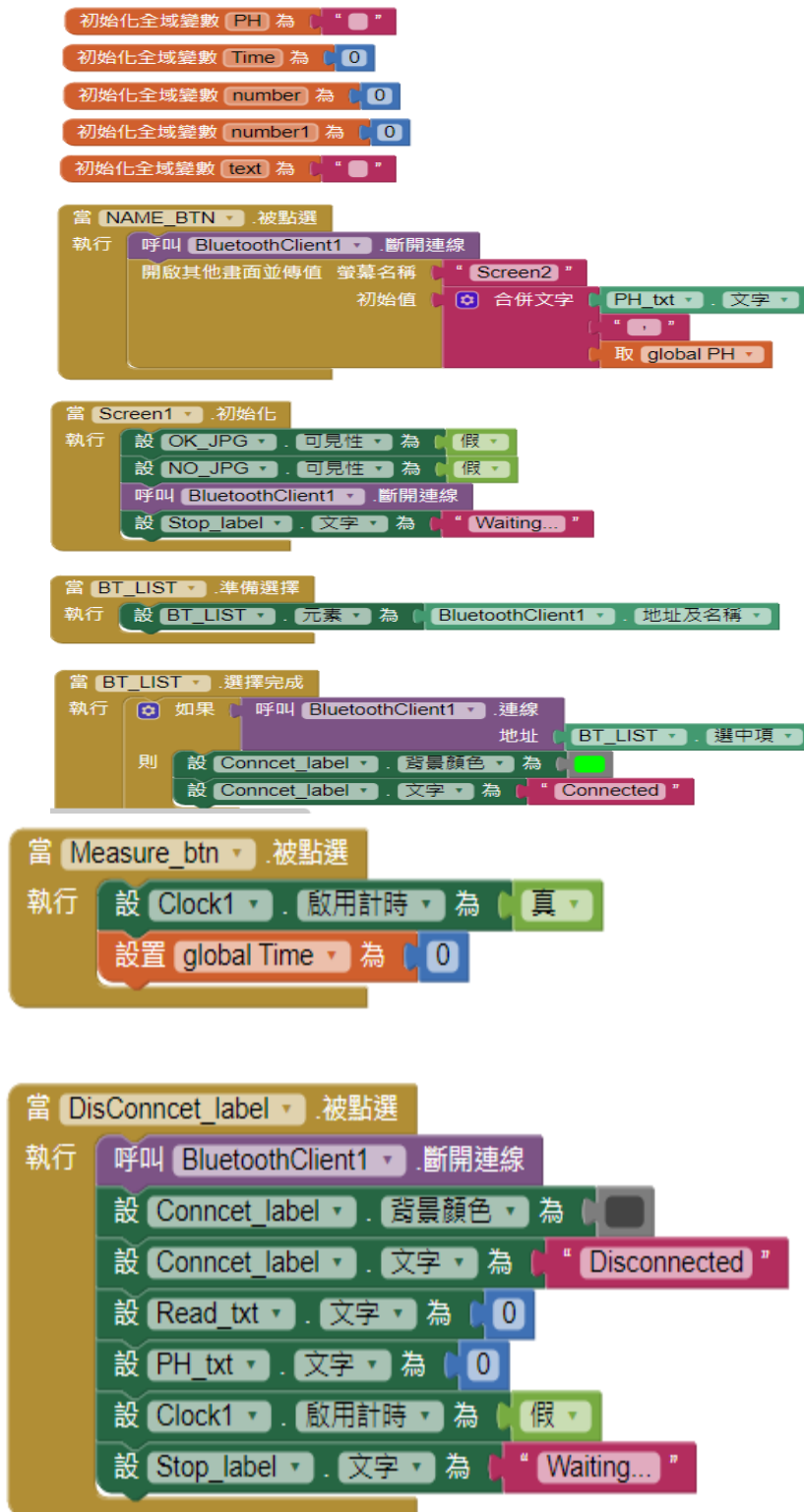


圖 10 APP Programing 1

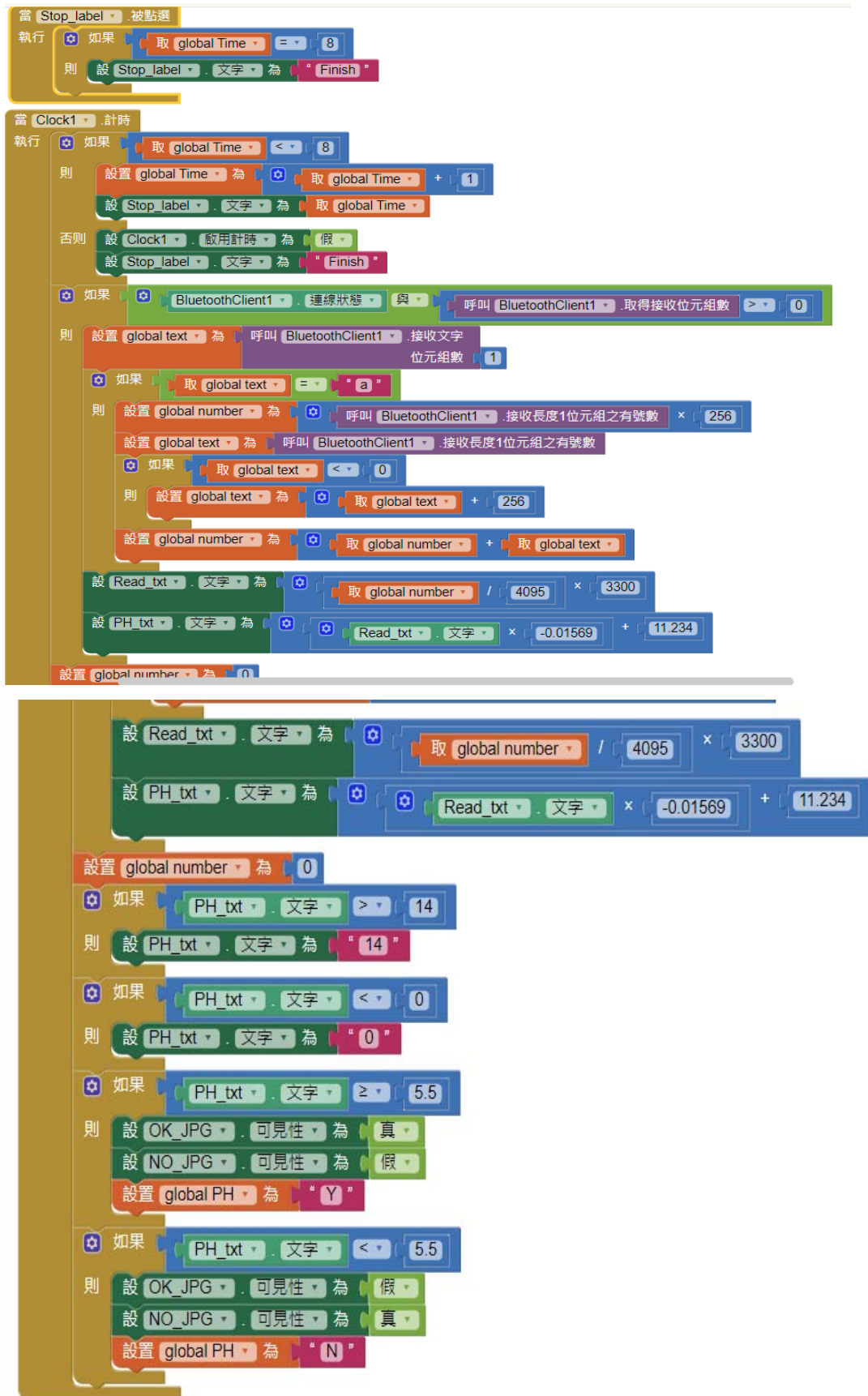


圖 11 APP Programing 2

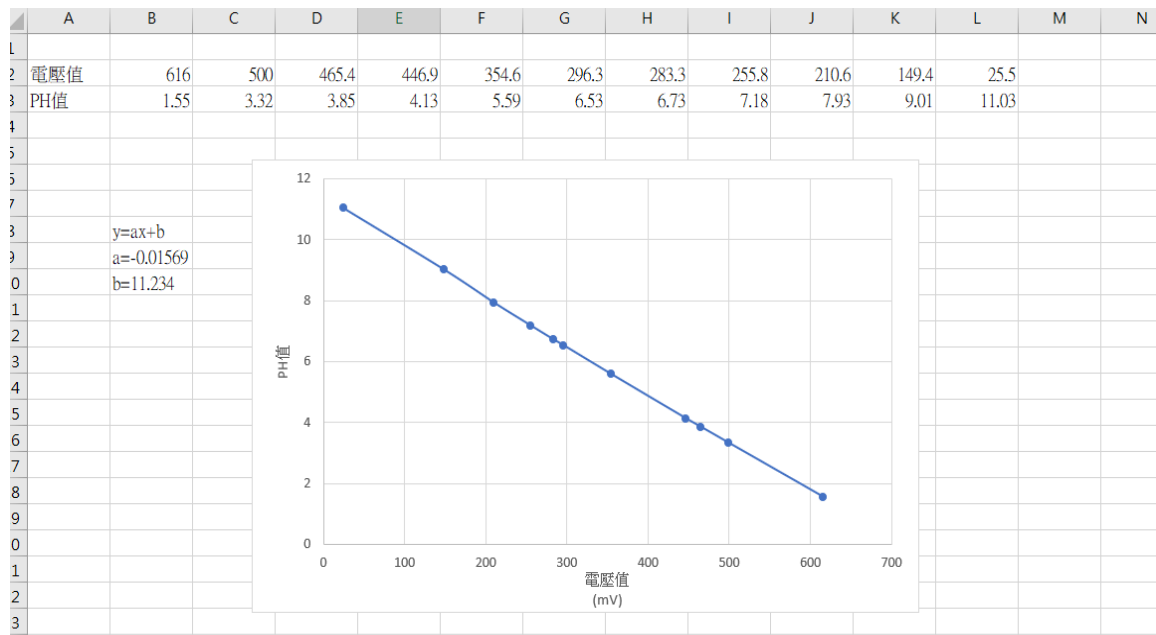


圖 12 pH 值校正曲線

### 3.4 App Inventor 程式解說 2

當按下 YOUR NAME 的按鈕時，螢幕畫面會開啟另一個頁面如圖 13，畫面中包含姓名輸入框、pH 回傳值以及根據酸鹼性去改變 pH 長條圖的顏色、尿酸檢測結果、雲端資料等等。

這邊比較重要的是將資料傳到雲端上記錄，步驟如下：

1. 首先進入到 Google Drive，並新增一個 Google 表單。
2. 建立欄位資料：姓名、pH 值以及檢測結果。
3. 於表單標題的上方，點選「回覆」，並點選「建立試算表」。
4. 回到表單的頁面，點選右上方的更多項的按鈕，選擇「取得預先填入的連結」。
5. 於欄位中填入資料，然後點選「取得連結」按鈕。

接著複製表單的網址，並貼到記事本，將網址後面的 prefill 改成 formResponse。而我們需要用到 entry 的資料，有幾個欄位就有幾個 entry。例如：

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfBH75IMryX9dfYZGY6shX2ArQMWhRX7V-bobcklJDPyU2d5w/viewform?usp=pp\\_url&entry.2065865649=X&entry.764812537=Y&entry.536249930=Z](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfBH75IMryX9dfYZGY6shX2ArQMWhRX7V-bobcklJDPyU2d5w/viewform?usp=pp_url&entry.2065865649=X&entry.764812537=Y&entry.536249930=Z)；X 為姓名，Y 為 pH 值，Z 為檢測結果，取得網址以及變數後就可以將這些參數設定在 APP 的程式之內了，最後完成的雲端紀錄表如圖 14 所示。

圖 13 建立欄位資料

圖 14 雲端紀錄表

#### 4. 實驗結果與討論

本實驗架構先利用商用儀器量測不同濃度之 pH 標準液，建立濃度曲線後，將參數設定在 APP 內，驗證趨勢無誤之後，請實驗室的友人提供尿液檢體，進行量測共 7 人的尿酸檢測實驗。

##### 4.1 實驗器材

本章節主要介紹，本論文所設計的尿酸檢測平台，與商用儀器（HUMMING PROBE 蜂鳥探針酸鹼檢測儀），如圖 15 所示，此酸鹼檢測系統 UX100 需要搭配其配套的酸鹼檢測片電極 UH1，此儀器具有簡單且精準的量測優點，不需校正以及少量樣本就可量測的特性，能夠廣泛的應用在各種不同的場域。UX100 儀表採用了 4.3" 彩色觸控面板，其觸控式選單能讓使用者易懂易學易操作，並可儲存數據，結合照相及文字編輯功能，讓數據儲存更具有意義。

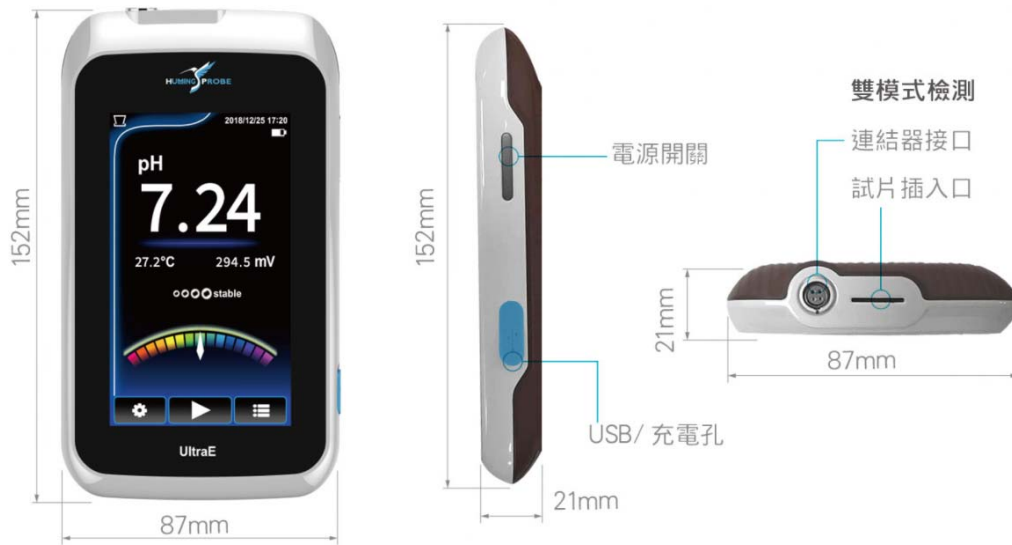


圖 15 商用儀器: HUMMING PROBE 蜂鳥探針酸鹼檢測儀

實驗使用的電極試片為 UH1 酸鹼檢測試片電極，運用了電化學原理，將檢測電極原理整合在一小片試片電極上，操作過程簡便，具有免校正即隨開隨用之功能。儲存、攜帶、使用都非常方便，很快就能完成 pH 值的量測。

#### 4.2 實驗環境

在檢測平台的驗證部分將會使用各個不同的尿液進行實驗，並將結果與商用儀器 (HUMMING PROBE 蜂鳥探針酸鹼檢測儀) 做比對驗證，圖 16 為檢測平台實驗示意圖，圖 17 測試實驗酸鹼溶液標準液與試片。實驗過程裡皆使用相同的測試溶液分別對本系統及商用儀器進行實驗，由於 UH1 電極在一段時間的使用後電極將會損壞，因此為確保實驗數據的準確性，在進行不同尿液時所使用的電極將會更換，而在同尿液下測量則不更換以確保穩定性與準確性。在進行實驗時考慮 UH1 試片的穩定性，假設使用不同電極試片量測，對實驗結果的影響將忽略不計。



圖 16 整合測試實驗



圖 17 測試實驗酸鹼溶液標準液與試片

#### 4.3 檢測平台驗證測試

本次實驗利用飲用水進行整體架構測試，將本檢測平台與商用儀器量測值進行比對，而得到實驗之誤差。驗證結果如圖 18 為商用儀器量測結果、圖 19 為本檢測平台量測結果，所測得結果分別為：商用儀器 7.34 (電壓值: 250.3mV)，檢測平台 7.15 (電壓值: 260.29mV)，比對這個結果，發現本實驗架構測得數據比商用儀器偏低，誤差範圍約在 0.1 pH 以內，忽略實驗中存在的誤差影響下，本次檢測平台設計之結果在誤差範圍內，不論是受測液體為何，量測結果均有一致性。



圖 18 商用儀器數值

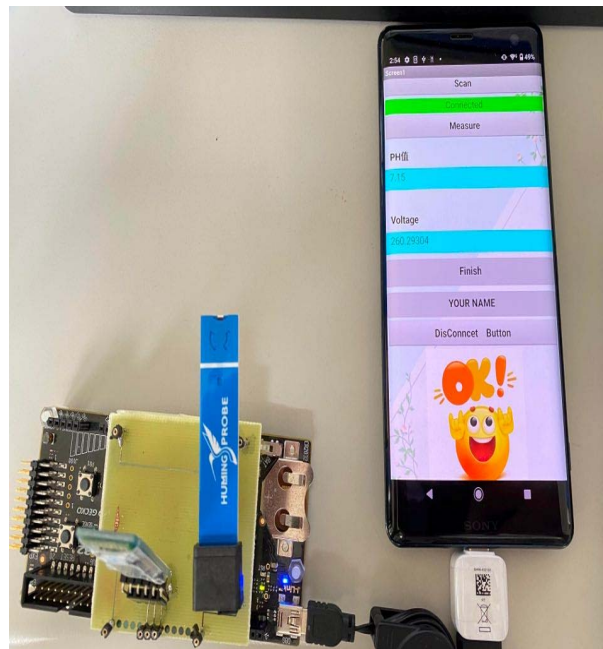


圖 19 檢測平台之數值

#### 4.4 各種不同尿液的實測結果

本次實驗試驗者均隨機挑選系上同學，因無法得知試驗者之實際健康狀況，僅能用問卷紀錄，進行實驗所量測之結果與問卷調查結果呈現相符狀況，試驗者未有尿液過酸現象，表 3 檢測平台與商用儀器之尿液 pH 檢測結果對照表，再次應證系統穩定性及一致性偏低，故為有效實驗；而圖 20 顯示為 M 試驗者之實測結果。

表 3 檢測平台與商用儀器之尿液 pH 檢測結果對照表

	本實驗架構	商用儀器
<b>M</b> 試驗者	7.97	7.82
<b>A</b> 試驗者	7.97	7.85
<b>B</b> 試驗者	7.92	7.85
<b>C</b> 試驗者	8.35	8.26
<b>D</b> 試驗者	8.38	8.33
<b>E</b> 試驗者	8.53	8.43
<b>F</b> 試驗者	7.86	7.80



圖 20 商用儀器與本平台檢測結果(M 試驗者)

## 5. 結論與未來展望

本論文設計之尿酸檢測平台，採用市售零件進行設計，在電路設計上使用 EMF32 晶片，通過市售酸鹼試片電極上產生的氧化還原反應所產生的電位，該電壓傳遞至單晶片之 ADC 內進行轉換，經由 UART 將轉換後的訊號傳給 HC-05 藍牙模組，藍牙模組接收到訊號再將其傳遞到手機藍牙接收。

在手機軟體方面，由於第一次接觸設計手機 APP，上網查詢開發 APP 軟體，發現 APP inventor 是一個方便線上開發軟體，優點是程式編寫簡易，GOOGLE 上亦有很多範例以及教學可以參考學習。在開發過程中，可以將資料上傳至雲端紀錄，讓使用者可以不受限於只能在手機上觀看數據，亦可讓身在遠處的親人遠端查看檢測數據。

驗證方面，由市售的商用儀器(HUMMING PROBE 蜂鳥探針酸鹼檢測儀)進行比對，由實驗結果顯示，本文所設計的尿酸檢測平台與商用儀器所測量出來的 pH 值具有相同的趨勢，且與商用儀器相比，本論文所提出的分析儀有著體積小、製造成本低、簡便操作、便於攜帶等優點。

在未來發展方面，可運用於在地醫療，並且再開發專屬 APP，當受測者註冊後系統發出一序號，當每次檢測完成後能自動建檔，並且將相關資訊彙整至後台，而醫院端的社區醫療關懷小組或家庭醫師，可調閱相關檢測數據，對於病患及受測者之健康安全進行長期的追蹤；此外，除了醫療運用外，亦可搭配環境安全之工業廢水檢驗，利用改良之試片，搭配 APP 輸入相關名稱後建檔，將數據回傳至監測單位，能有效長期追蹤，亦能達到政府水質監測之目標。

## 6. 致謝

本研究得以完成，感謝超極生技股份有限公司提供酸鹼感測試片以及酸鹼檢測儀

## 7. 參考文獻

- [1] 電位滴定法 (2017, August 12). Retrieved from 維基百科, 自由的百科全書:  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E4%BD%8D%E6%BB%B4%E5%AE%9A%E6%B3%95>
- [2] 行政院衛生福利部國民健康署,尿酸濃度、高尿酸血症的趨勢及其相關飲食因素\_NAHSIT1993-1996與2005-2008之比較,2018. <https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=1768&pid=9982>
- [3] 每日頭條:尿酸高低和尿液PH值有直接關係嗎?

- [4] <https://kknews.cc/zh-tw/health/62kxanq.html>
- [5] 許維鴻, 氧化鋅奈米線結合金奈米顆粒應用於微流道電化學pH值感測器之研究, 國立臺南大學綠色能源學科技學系碩士在職專班, 2020.
- [6] 超級生技<https://ultrae.com.tw/core.html>
- [7] USB On-The-Go (2020, December 27). Retrieved from 維基百科, 自由的百科全书: [https://zh.wikipedia.org/wiki/USB\\_On-The-Go](https://zh.wikipedia.org/wiki/USB_On-The-Go)
- [8] HC-05 Hardware features and Software features [https://components101.com/asset/sites/default/files/component\\_datasheet/HC-05%20Datasheet.pdf](https://components101.com/asset/sites/default/files/component_datasheet/HC-05%20Datasheet.pdf)
- [9] 白乃遠, App Inventor 2 Android應用開發實務 正確學會App Inventor開發技巧的16堂課, 博碩文化出版, 2016.

## Biographies



of biosensor, and applications of biosensor.

**Chun-Yueh Huang** was born in Taichung, Taiwan, Republic of China, on March 24, 1967. He received the B.S. degree in industrial education from the National Chang Hwa Normal University, Chang Hwa, Taiwan in 1991, M.S. and Ph.D. degrees both in electrical engineering from the National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, in 1993 and 1997, respectively. Since 2005 he has been on the faculty of the National University of Tainan, where he is currently a Professor in the Department of Electrical Engineering. During 1999–2005, he was an Associate Professor in the Department of Electronic Engineering of the Kan Shan University. His current researches include signal processing



蘇玠達, 1990年9月22日出生於中華民國台南市。在2021年於國立臺南大學電機工程學系取得碩士學位, 目前任職於群創科技股份有限公司, 擔任設備工程師。