

# 2022 Synopsys ARC 盃 AIoT 設計應用競賽

## 決賽作品

### COVIDENTITY -- 新型冠狀病毒篩檢X身分辨識X深度學習

Visionaries - 李元中、莊祥霖、林辰安、戴宸洋

指導老師：溫宏斌教授

2022/7/22



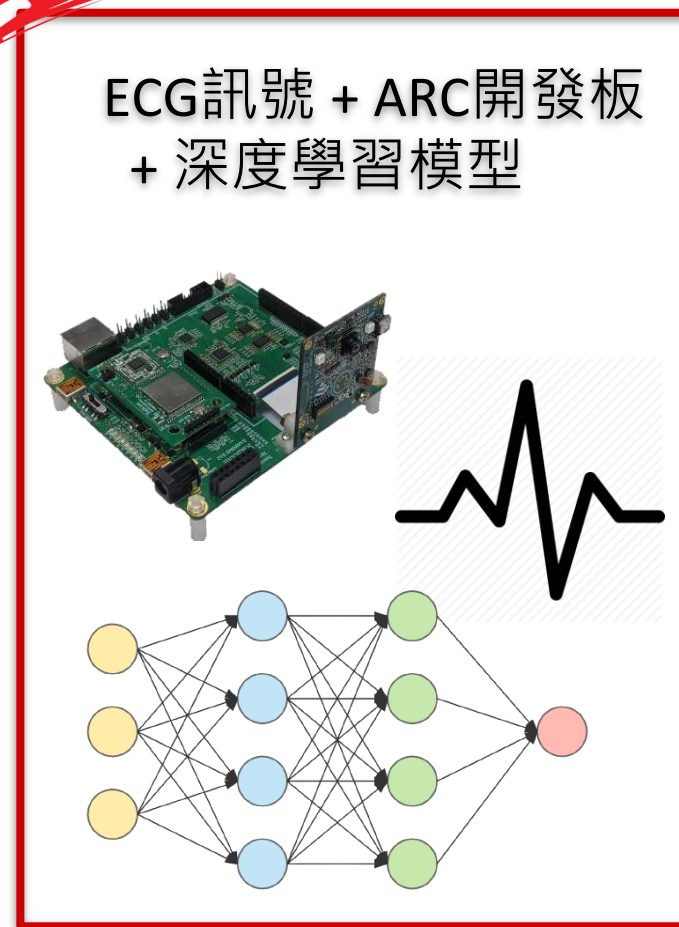
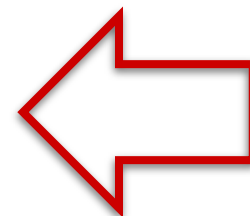
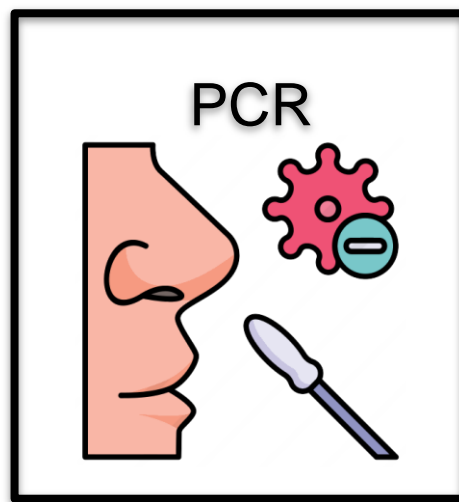
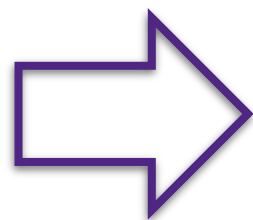
# Agenda

- 作品概述
- 難點與創新
- 設計與實現
- 作品進度
- 測試結果
- 總結展望

# COVID-19肆虐下的應對

新型態的檢測方式 -- 快速、準確、低成本、非侵入式

**NEW**

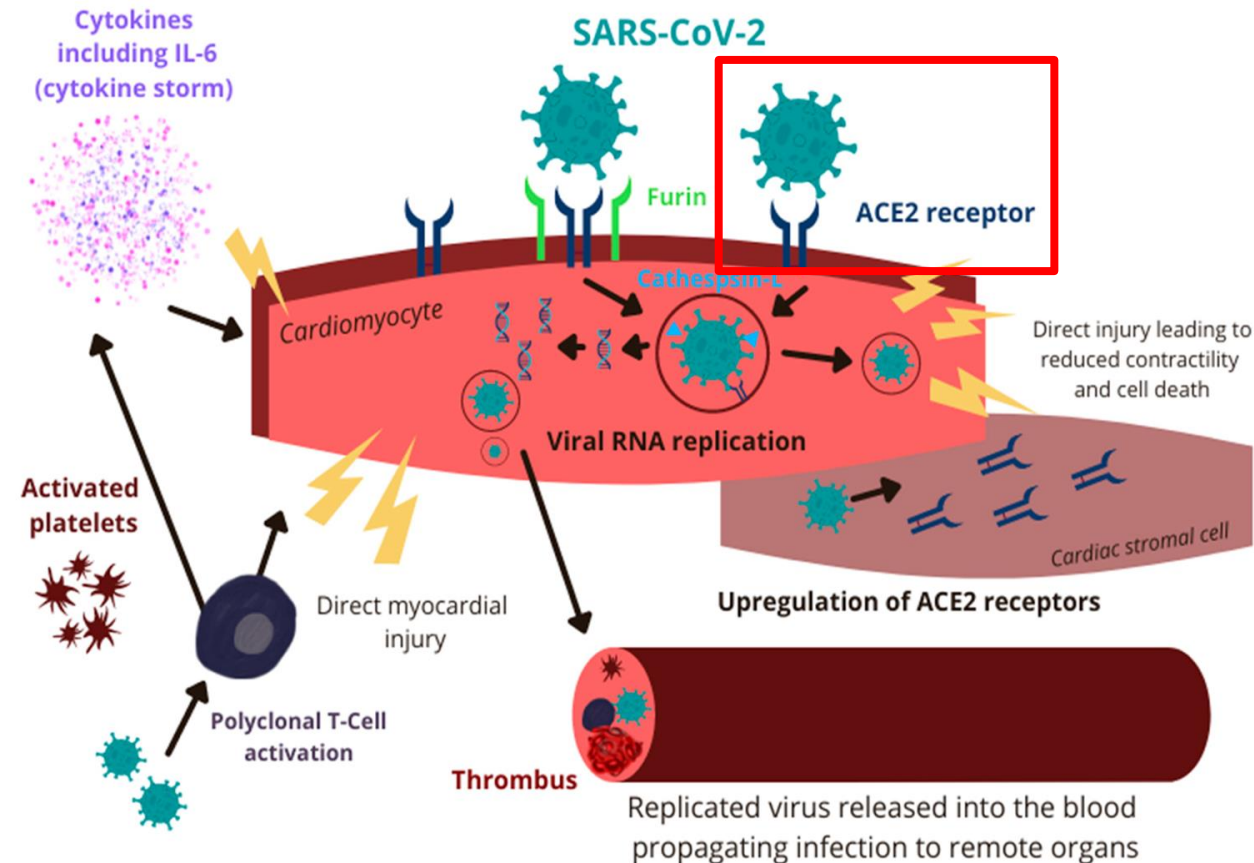


# COVID-19 如何影響 ECG 訊號？

Long, B., Brady, W. J., Bridwell, R. E., Ramzy, M., Montrieff, T., Singh, M., & Gottlieb, M. (March 2021). Electrocardiographic manifestations of COVID-19. 美國急診醫學期刊 (American journal of emergency medicine), 41, 96–103.

<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.12.060>

- SARS-CoV-2 在人體中是透過 **ACE2 受器** 來進入肺泡內感染細胞。在肺部中有大量的ACE2受器，因此我們可以看到確診者出現呼吸道症狀。
- 但研究指出超過7.5%的心肌細胞也會表現ACE2，出現發炎、斑塊不穩定等症狀，同時也會**影響 ECG**。



# ECG 訊號分析COVID-19 的可行性

tctMD Daily News

by Todd Neale JUNE 17, 2021



News

Conferences

Slides

More ▾



types of infection, like influenza.

In addition, there is potential for this type of approach to be implemented using consumer devices that measure single- or six-lead ECGs, like smartwatches, which would open up this up to much of the general population. “Our vision was that if we’re able to do this reliably, it becomes eminently more scalable than swabs, both in terms of real-time assessment as well as being something that theoretically an individual can do on their own, at home, in a supermarket, or when walking into a crowded event,” Kapa said. The results of this study suggest that might be feasible, but it remains to be proven.



# ARC EM9D AIoT DK特性

AIoT for low power always on sensing、TFLite

- AIoT for low power always on sensing  
利用ARC開發板傑出的**低功耗**特性，我們可以使判斷COVID-19和身分識別裝置隨時保持開啟，直到觸發開始前都維持省電，達到**always on sensing**的效果。
- ARC EM9D Processor + TinyML  
ARC EM9D Processor結合 Google **TensorFlow Lite** for Microcontroller和**MLI指令集**，有了這樣的開發環境，我們不只可以**縮小模型空間**，也可以**減短運算時間**，達到更及時的應用設計。



# Covidentity的優勢

準確率高(99%)、非侵入性、簡單快速、預測時間短、高安全性、可重複利用



	體溫量測	快篩	COVIDENTITY	
環境影響	受溫度影響嚴重	不限	不限	WIN
記錄措施	需額外紀錄受測者	需額外紀錄受測者	結合身份辨識立即記錄	WIN
適用症狀	特定症狀 ( 必須有發燒症狀 )	可用範圍廣 ( 有症狀感染後即可 )	可用範圍廣 ( 有症狀感染後即可 )	WIN
準確度	低 ( 85% ) ( 發燒不一定是 )	高 ( 99% )	高 ( 99% )	WIN
價格	較低	一次性：較高	可重複使用：較低	
使用時間	立即	15-30分鐘	7秒內	

# Agenda

- 作品概述
- **難點與創新**
- 設計與實現
- 作品進度
- 測試結果
- 總結展望



# Part I：硬體資料取得的難題與創新點

便利性、穩定性與獨特運作方式

- 常見醫療量測器材攜帶不便，感測器該如何挑選？

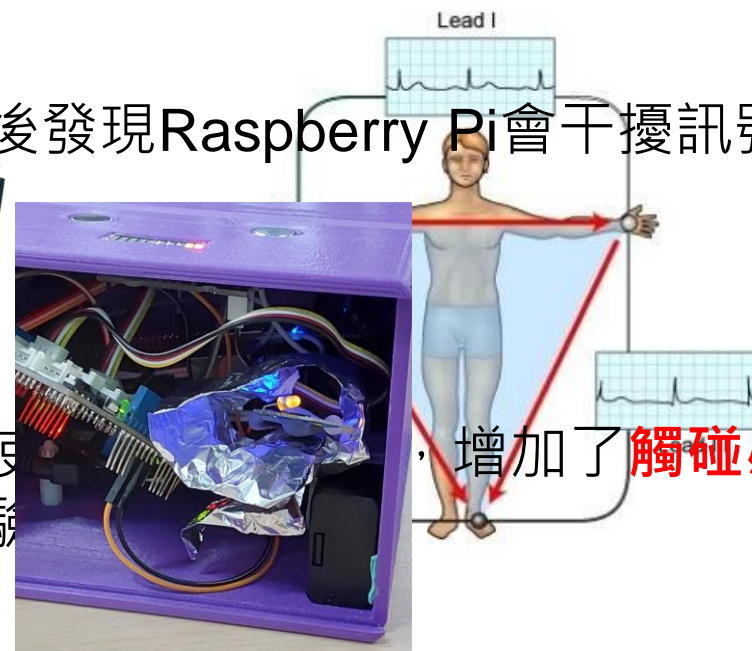
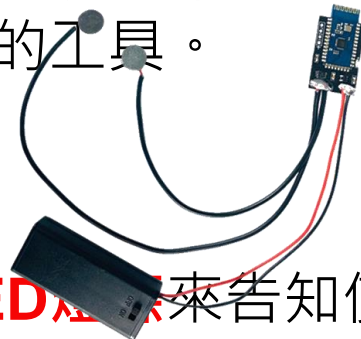
考量可攜式裝置的便利性，決定使用可以**雙手手指量測**的Lead I導程。在經過多次嘗試後，決定使用BMD101作為我們使用的感測器，與市場上現有的產品相比非常獨特。

- 訊號傳輸時容易受干擾而不穩定

因為感測器經藍芽傳輸訊號時經常出現雜訊，最後發現Raspberry Pi會干擾訊號傳輸，因此在產品內部加入鋁箔作為隔絕的工具。

- 人性化的設置

為了更清楚的顯示，我們使用了**LED燈**來告知使用者當作開始的按鈕，希望用創新的設計讓使用者體驗



# Part II：數據的可用性驗證與獨特輸出方式

數據庫整合、模型架設與雲端連線輸出

- **ECG用來預測COVID？如何進行？**

尋找論文的證實

深度學習模型預測COVID-19的論文(準確率96.20%)

## Classification of COVID-19 electrocardiograms by using hexaxial feature mapping and deep learning

Ozdemir, M.A., Ozdemir, G.D. & Guren, O. Classification of COVID-19 electrocardiograms by using hexaxial feature mapping and deep learning. BMC Med Inform Decis Mak 21, 170 (2021).  
<https://doi.org/10.1186/s12911-021-01521-x>

### Results

Two different classification scenarios are conducted on a publicly available paper-based ECG image dataset to reveal the diagnostic capability and performance of the proposed approach. In the first scenario, ECG data labeled as COVID-19 and No-Findings (normal) are classified to evaluate COVID-19 classification ability. According to results, the proposed approach provides encouraging COVID-19 detection performance with an accuracy of 96.20% and F1-Score of 96.30%. In the second scenario, ECG data labeled as Negative (normal, abnormal, and

# Part II：數據的可用性驗證與獨特輸出方式

數據庫整合、模型架設與雲端連線輸出

- **ECG用來做身分識別？如何進行？**

尋找論文的證實

CNN模型於身分識別(準確率：99%)

## Deep-ECG: Convolutional Neural Networks for ECG biometric recognition

Ruggero Donida Labati, Enrique Muñoz, Vincenzo Piuri, Roberto Sassi, Fabio Scotti, Deep-ECG: Convolutional Neural Networks for ECG biometric recognition, Pattern Recognition Letters, Volume 126, 2019, Pages 78-85, ISSN 0167-8655, <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2018.03.028>.

### Abstract

Electrocardiographic (ECG) signals have been successfully used to perform biometric recognition in a wide range of applications. However, ECG-based biometric systems are usually less accurate than technologies based on other physiological traits. To increase their performance, it is necessary to study novel approaches. Deep learning methods, like Convolutional Neural Networks (CNNs), can automatically extract distinctive features, and have demonstrated their effectiveness for other biometric systems. In this paper, we present Deep-ECG, a CNN-based biometric approach for ECG signals.

# Part II：數據的可用性驗證與獨特輸出方式

數據庫整合、模型架設與雲端連線輸出

- 怎麼確認測到的數據可用？數據庫的整合、節省運算資源的處理

我們引入了MIT-BIH的數據來訓練身份辨識模型，並以ECG Image dataset 數據集訓練COVID-19篩檢模型。並實測我們的**單導程心電訊號**是否能如論文中使用的12導程訊號達到一樣效果，確定測得數據的是可用的。

以開源軟體將COVID-19數據集中二維的數據轉為一維，來**節省開發板運算資源**。

- 可隨時隨地查看的雲端顯示

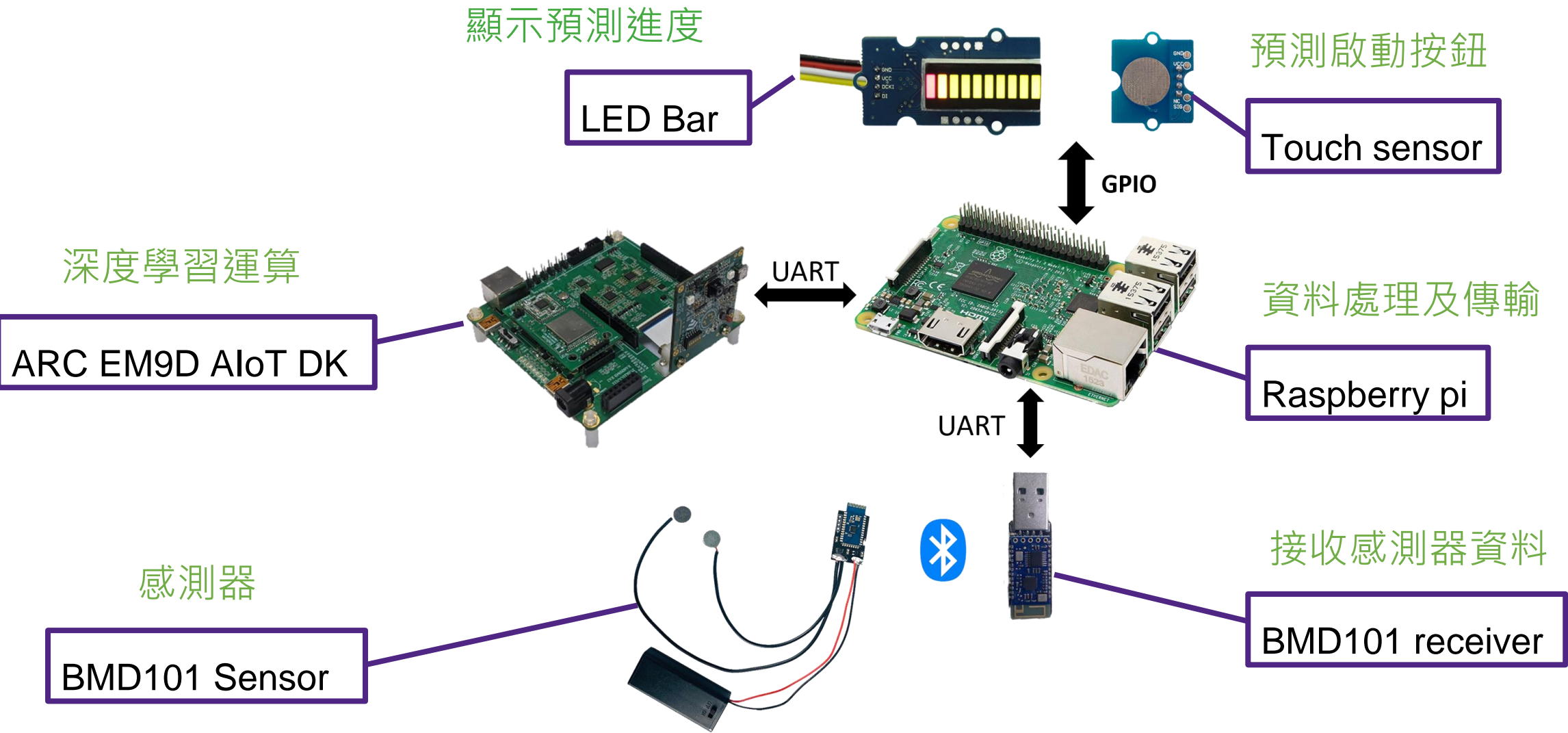
考量觀看的方便性與應用面，我們使用MySQL讓數據能**雲端輸出**，對於我們的產品訴求有更好的呈現。

# Agenda

- 作品概述
- 難點與創新
- **設計與實現**
- 作品進度
- 測試結果
- 總結展望

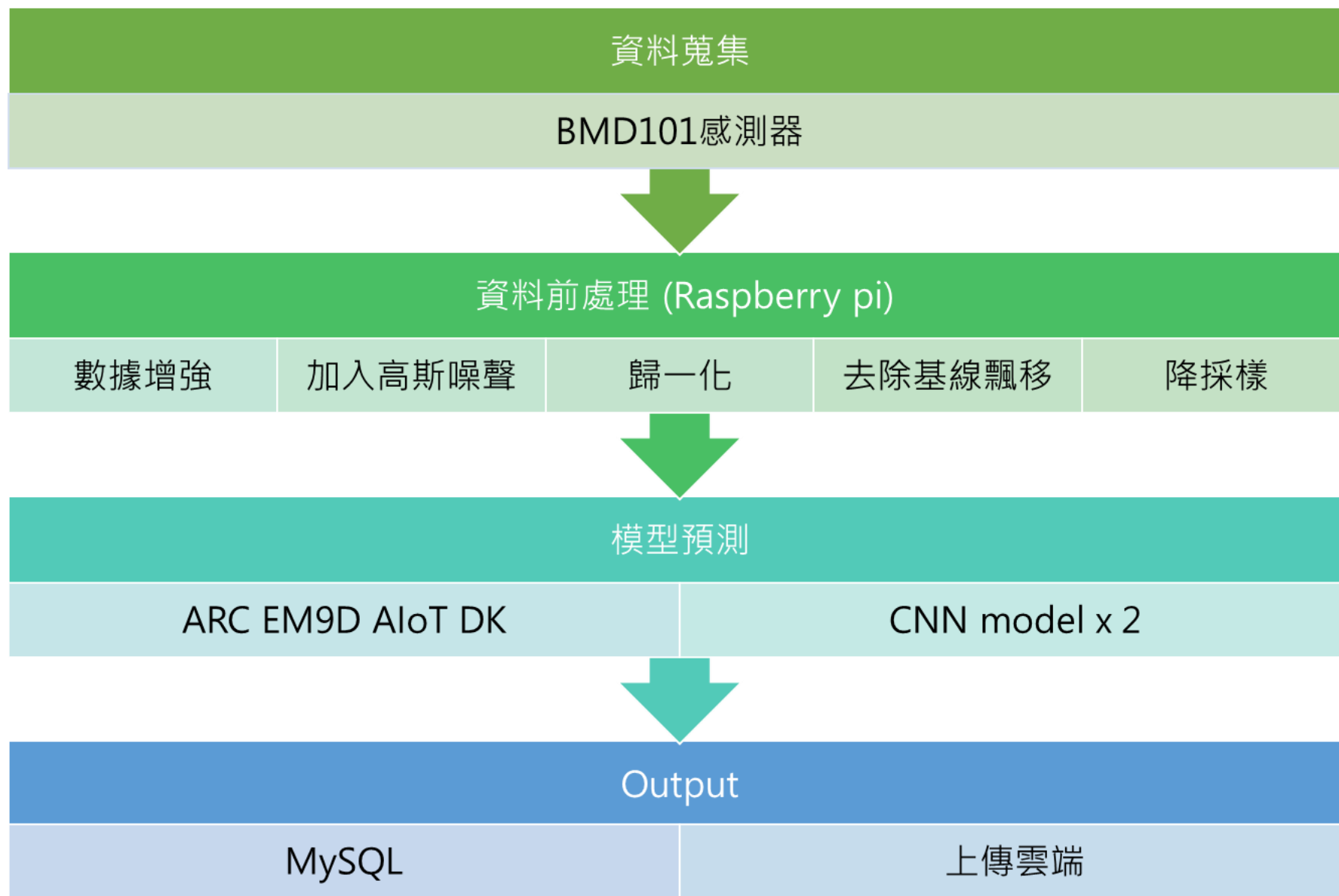


# 硬體架構



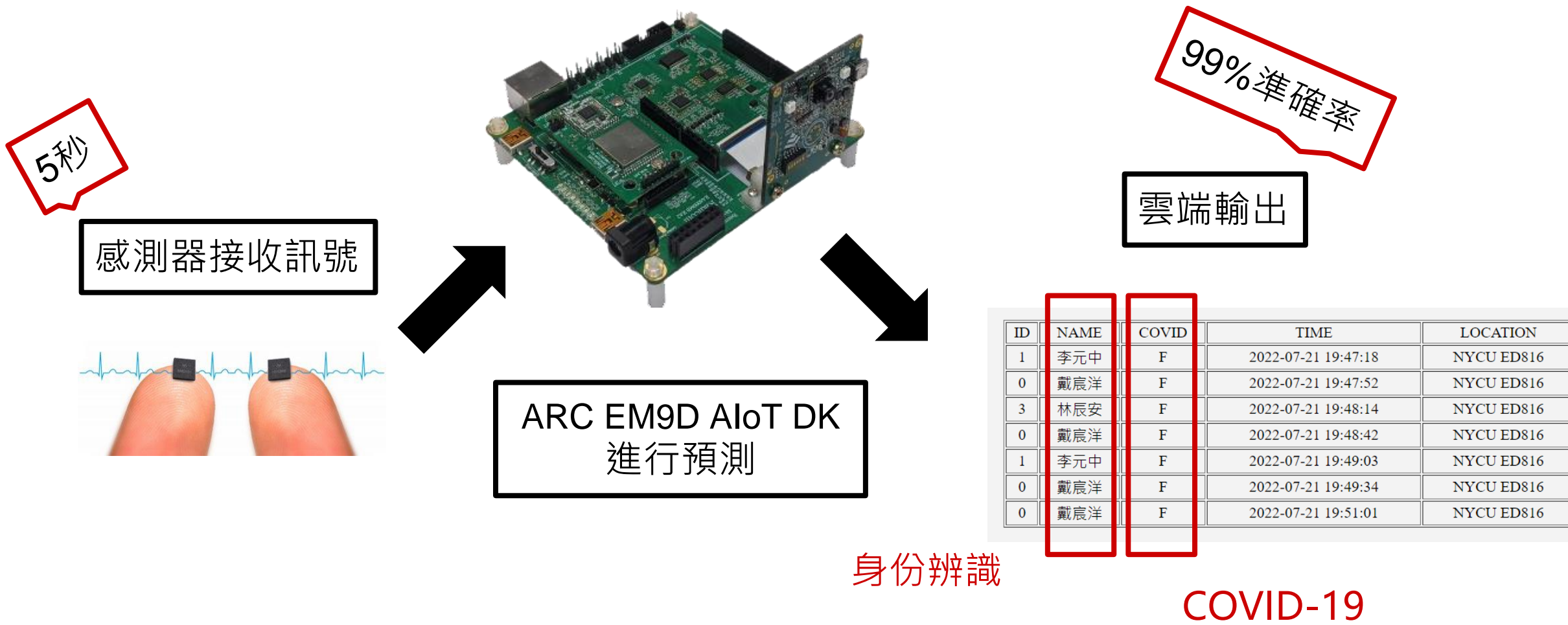


# 軟體實現



# Covidentity使用流程

雙手拇指取得ECG訊號，7 秒輸出結果



# Agenda

- 作品概述
- 難點與創新
- 設計與實現
- **作品進度**
- 測試結果
- 總結展望

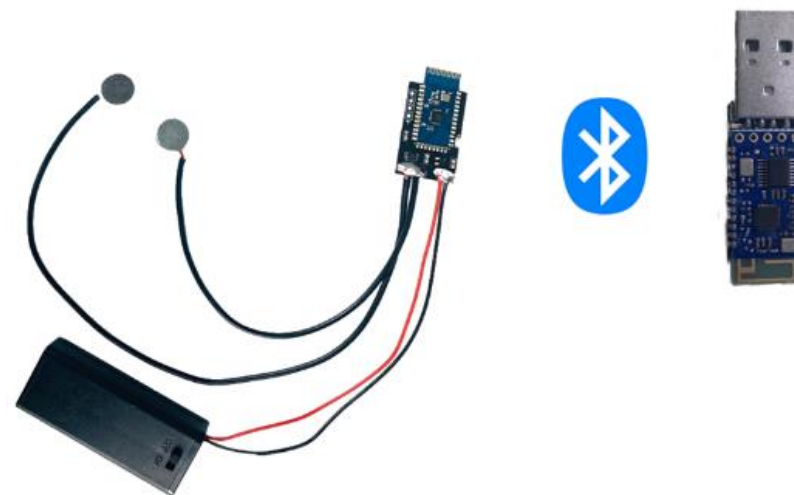
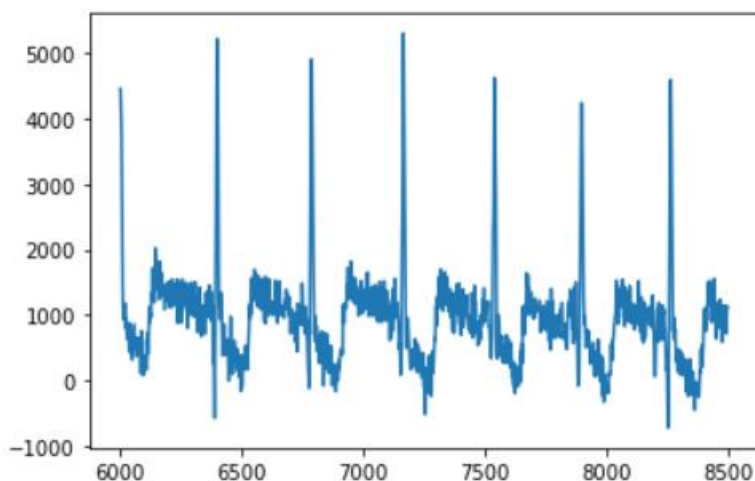
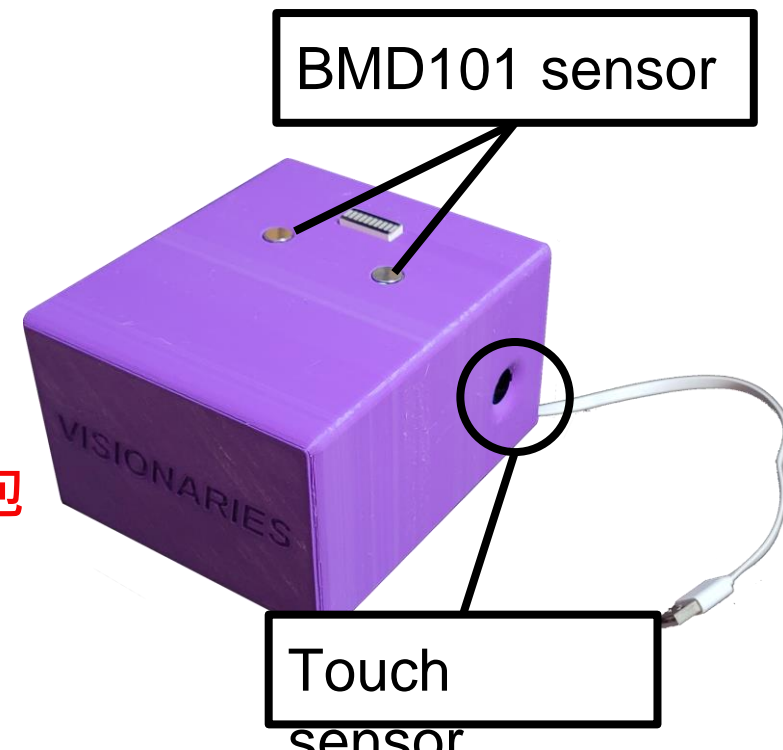
# 作品進度目錄

1. 資料蒐集
2. 資料前處理
3. 模型預測
4. 結果上傳

# 1. 資料蒐集

## BMD101

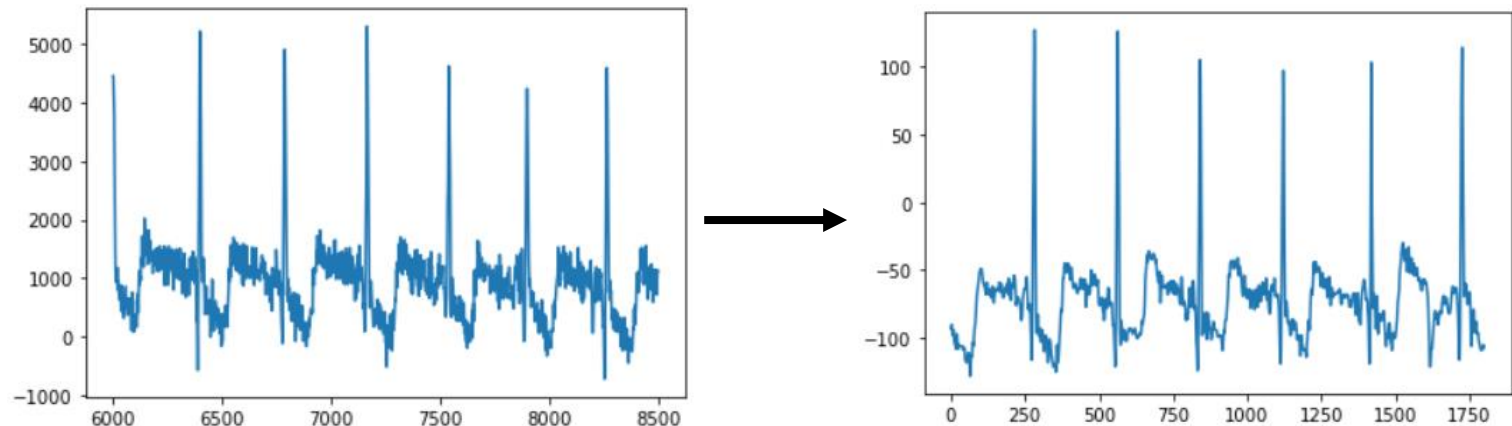
- 側邊的**Touch sensor**：作品開始執行的觸發訊號
- 上方的**BMD101 sensor**：蒐集取樣率為**512Hz**的**ECG**封包
- 數據以**藍芽傳輸**至Raspberry Pi上的接收器
- 透過**UART**讀取serial port的**ECG**封包
- 依特定格式解碼後即可得到時域**ECG**訊號



## 2. 資料前處理

### Raspberry pi

- 與資料庫資料整合
  - 身分識別：MIT-BIH資料庫，**降頻**到360Hz
  - COVID-19篩檢：ECG images data資料庫，降頻到200Hz
- 去除雜訊與資料增量
  - **去除雜訊**：小波變換、以中值濾波器處理基線飄移
  - **資料增量**：垂直翻轉（左右手相反時向量方向不同）、新增高斯噪聲資料
- 處理每個人的資料區間
  - 資料**歸一化**
  - 縮放至0-255區間





### 3. 模型預測

#### ARC EM9D AIoT DK

- 資料以**UART**從Raspberry Pi傳進ARC EM9D AIoT DK
- 以**tensorflow lite** 架設CNN model  
( 身份辨識、COVID-19篩檢各一個 )
- 充分利用ARC EM9D AIoT DK的效能
  - **MLI軟體庫**對模型中**Pooling**、**ReLU**等有較高的效能
  - 對模型中**Conv 2D**效能可高至**16**倍
  - 使用**INT8 Quantization**量化模型
- 最後將辨識結果以UART回傳回Raspberry Pi

model_c.h	90 KB
model_i.h	291 KB

```
static tflite::MicroMutableOpResolver<11>  
micro_op_resolver_i.AddConv2D();  
micro_op_resolver_i.AddMaxPool2D();  
micro_op_resolver_i.AddAveragePool2D();  
micro_op_resolver_i.AddFullyConnected();  
micro_op_resolver_i.AddReshape();  
micro_op_resolver_i.AddSoftmax();  
micro_op_resolver_i.AddRelu();  
micro_op_resolver_i.AddMul();  
micro_op_resolver_i.AddAdd();  
micro_op_resolver_i.AddQuantize();  
micro_op_resolver_i.AddDequantize();
```

# COVID-19篩檢模型

整合ECG Images dataset

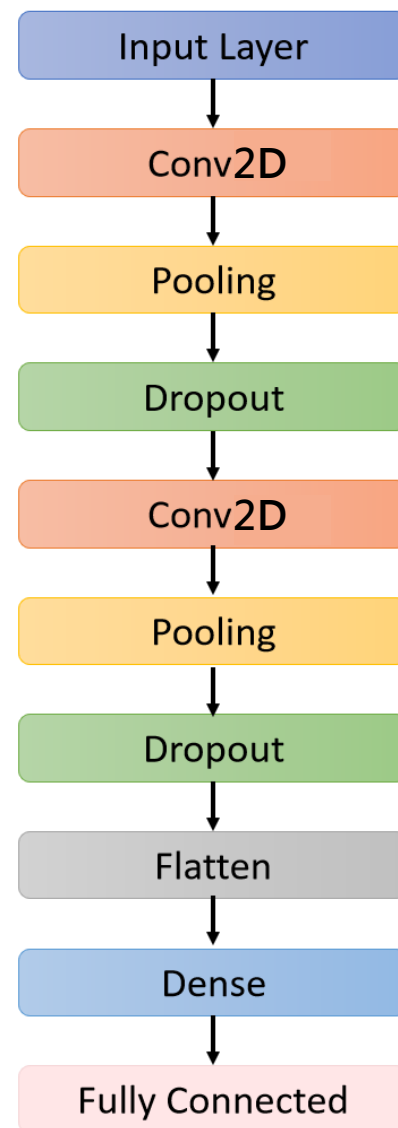
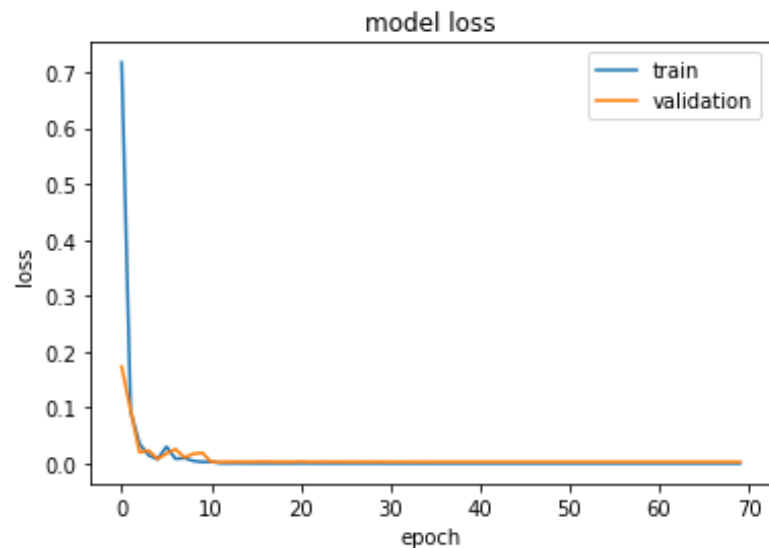
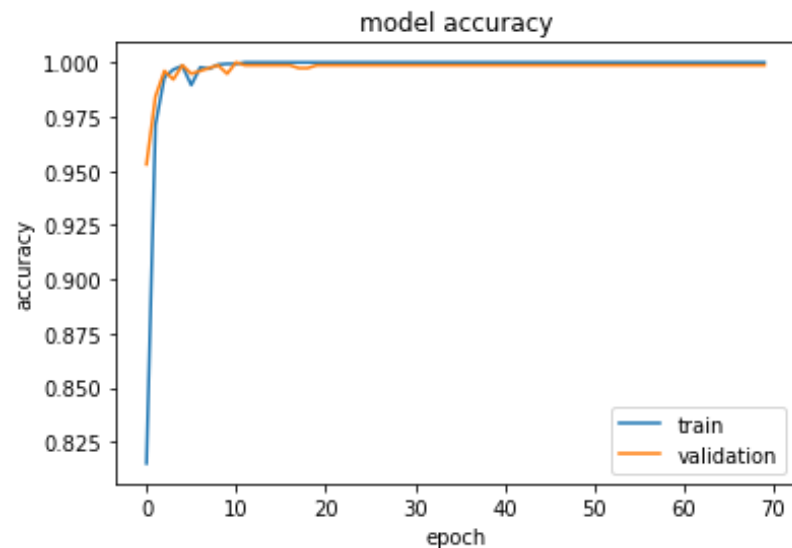
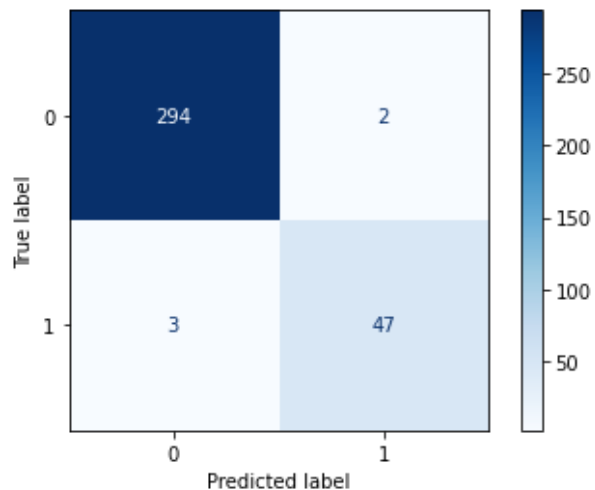
Training Data :

COVID : 800, NORMAL : 1000

Testing Data :

COVID : 50, NORMAL : 296

Test accuracy : 98.6%



# 身分識別模型

整合MIT-BIH資料庫

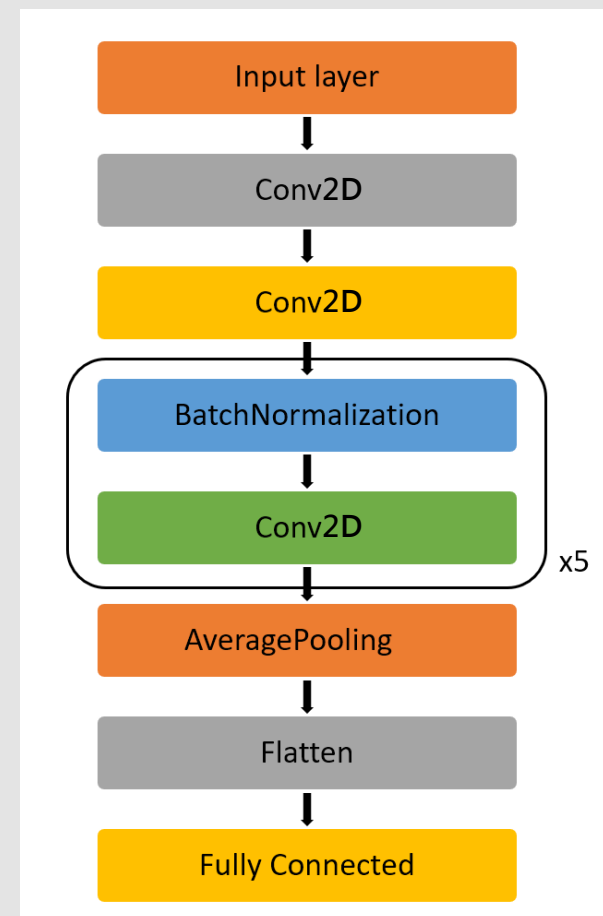
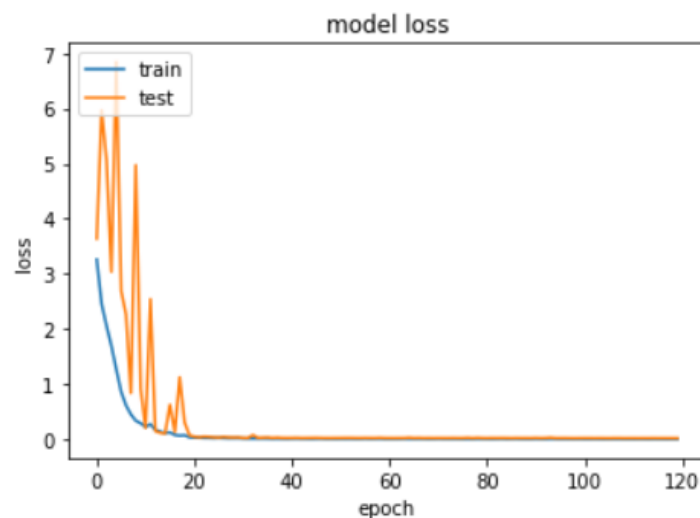
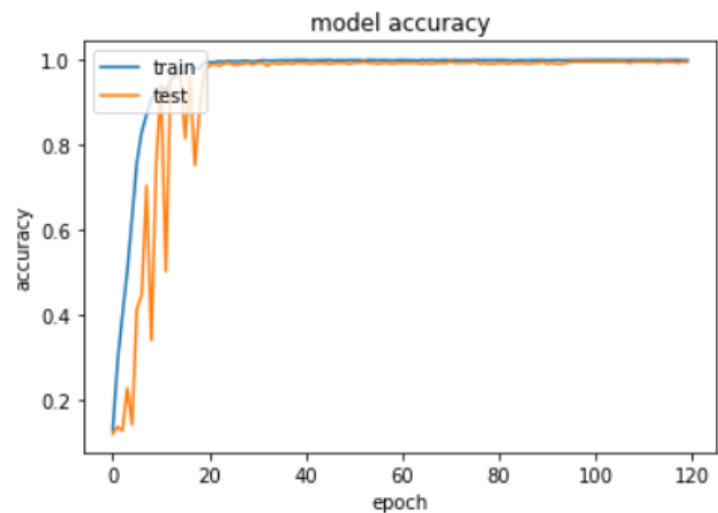
Training Data :

MIT-BIH : 3870, OURS : 450

Testing Data :

MIT-BIH : 1720, OURS : 200

Test accuracy : 99.3%



## 4. 結果上傳

Raspberry pi、MySQL

- 從ARC EM9D AIoT DK得到預測結果
- 利用AWS平台上的**MySQL**上傳雲端
- 可**隨時隨地**查看
- 方便管控門禁系統、疫情狀況

**ID: 1**

**姓名: 李元中**

**安全**

ID	NAME	COVID	TIME	LOCATION
1	李元中	F	2022-07-21 19:47:18	NYCU ED816
0	戴宸洋	F	2022-07-21 19:47:52	NYCU ED816
3	林辰安	F	2022-07-21 19:48:14	NYCU ED816
0	戴宸洋	F	2022-07-21 19:48:42	NYCU ED816
1	李元中	F	2022-07-21 19:49:03	NYCU ED816
0	戴宸洋	F	2022-07-21 19:49:34	NYCU ED816
0	戴宸洋	F	2022-07-21 19:51:01	NYCU ED816

# Agenda

- 作品概述
- 難點與創新
- 設計與實現
- 作品進度
- **測試結果**
- 總結展望

# 模型輸出

- INT8 Quantization 量化模型  
大幅縮減模型尺寸
- 高記憶體使用量(>90%)  
充分利用ARC開發版資源

```
tflite_model_c_tflite_len = 41438;  
tflite_model_i_tflite_len = 136932;
```



```
tflite_model_quant_int8_c_tflite_len = 14608;  
tflite_model_quant_int8_i_tflite_len = 48272;
```

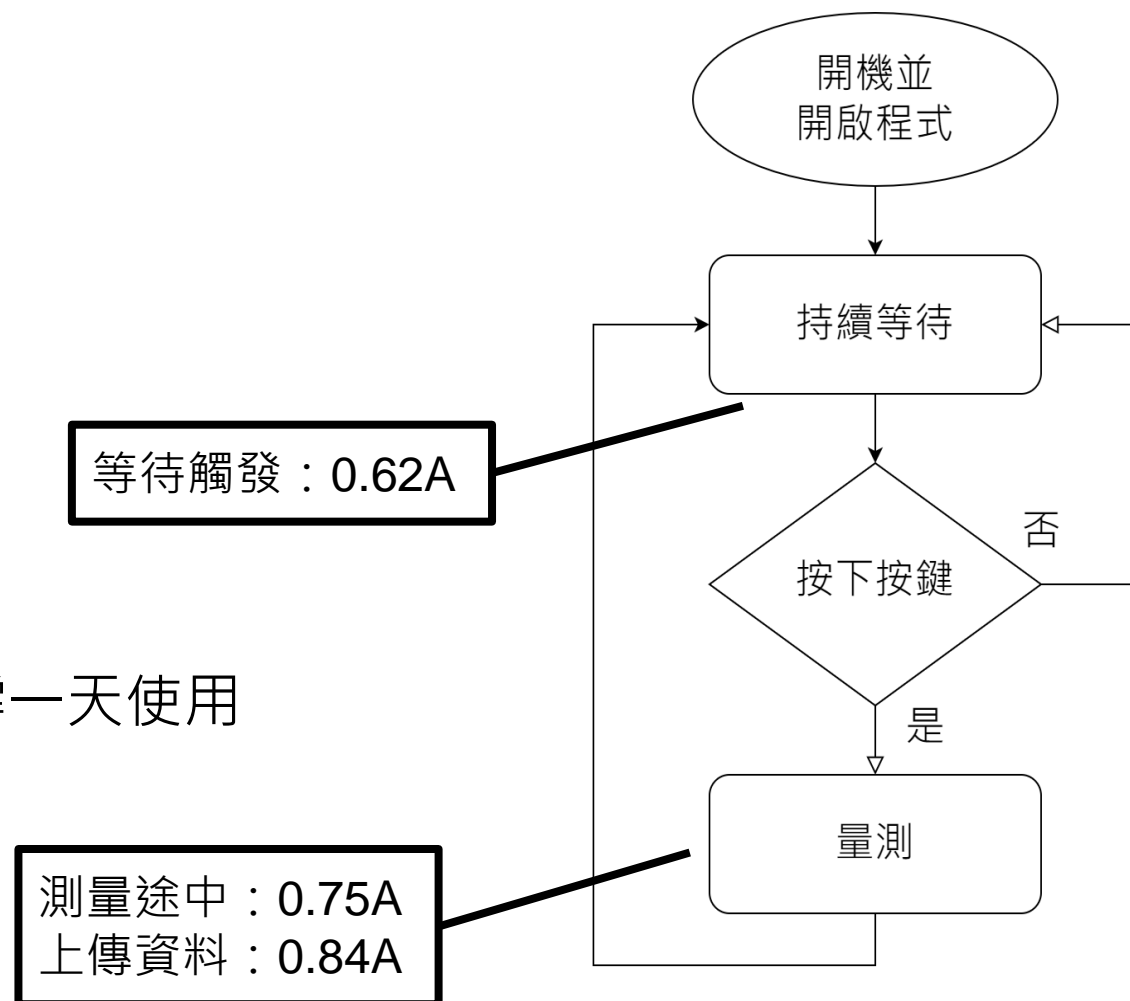
Memory region	Used Size	Region Size	%age Used
ICCM0:	0 GB	64 KB	0.00%
ICCM1:	247328 B	320 KB	75.48%
SYSTEM0:	954008 B	957168 B	99.67%
DCCM:	104 KB	256 KB	40.62%
XCCM:	32 KB	32 KB	100.00%
YCCM:	32 KB	32 KB	100.00%



# 耗電狀況

## 供電及電池使用

- BMD101使用一般的兩顆3號電池供電
  - 電池沒電可簡易更換
  - 未使用時可關閉電源
- 5.06V供電
  - 設置不同工作階段以節省電力
  - 一般行動電源 ( 10000mAh ) 即可支撐一天使用
- 由於ARC開發版低耗電的特性
  - always on sensing
  - 可攜帶 ( 行動電源 )



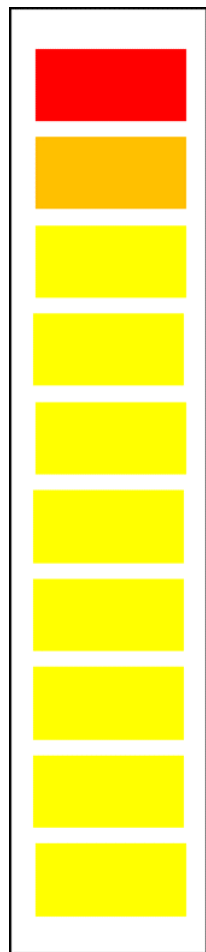
# Agenda

- 作品概述
- 難點與創新
- 設計與實現
- 作品進度
- 測試結果
- **DEMO+總結展望**

# 作品使用方法

## 簡易使用流程

LED 燈條



1. 接電源開機亮紅燈

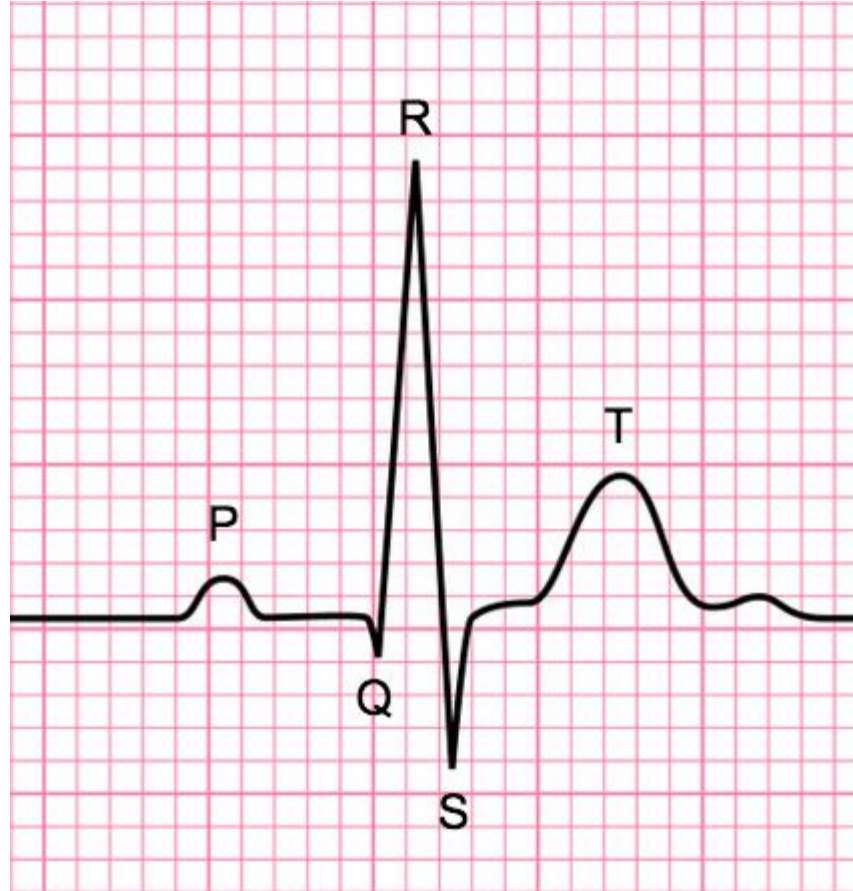
2. 橘燈亮起表示作品已準備好可以開始運作

3. 將雙手拇指貼在BMD101 sensor上並觸碰側邊觸碰感應器

4. 黃燈接續亮起代表開始收到訊號

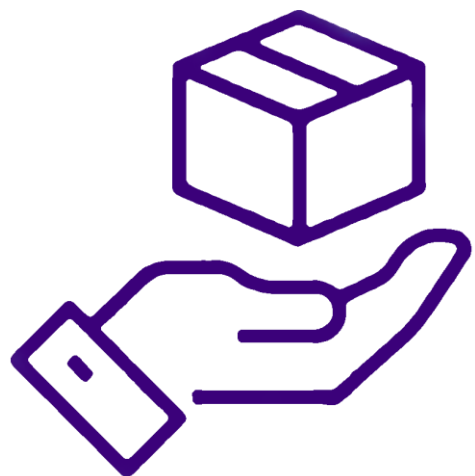
5. 這個黃燈亮起代表資料已完成前處理並準備開始預測

6. 最後的黃燈亮起代表結果已上傳雲端可供查看

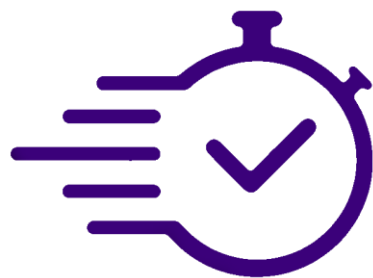


# 總結

目標市場：課堂點名、宿舍管理、公司打卡系統



輕巧可攜帶



快速準確



非拋棄式  
單導程

# 展望



資料庫蒐集



尋求醫療團隊認證



商業模式分析

## Visionaries 邀請你我 一起打造防疫家園！



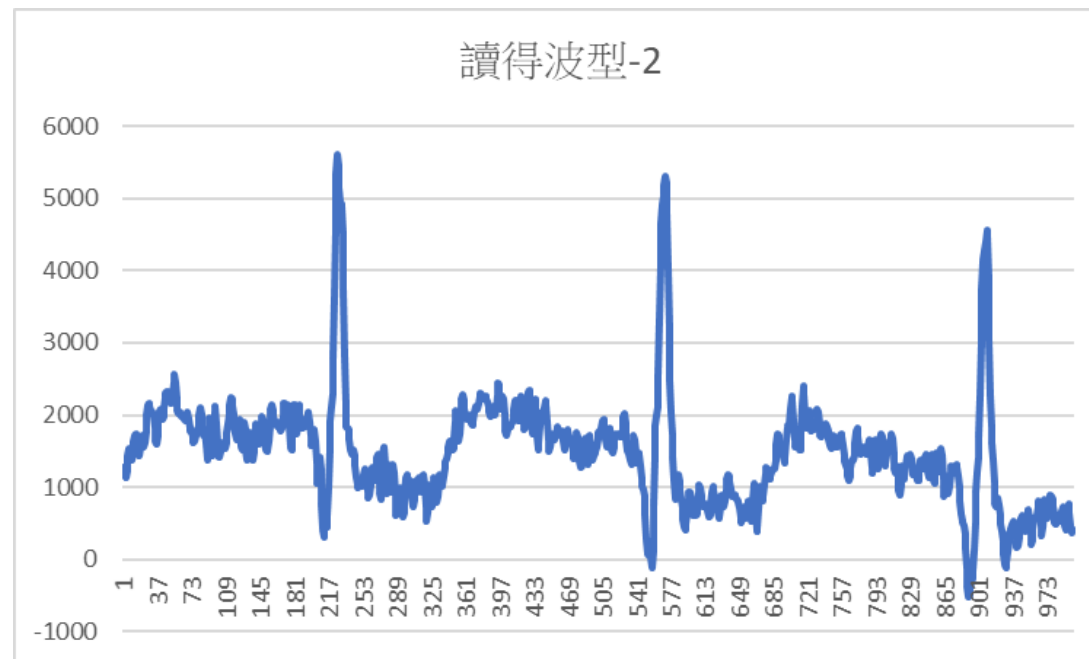
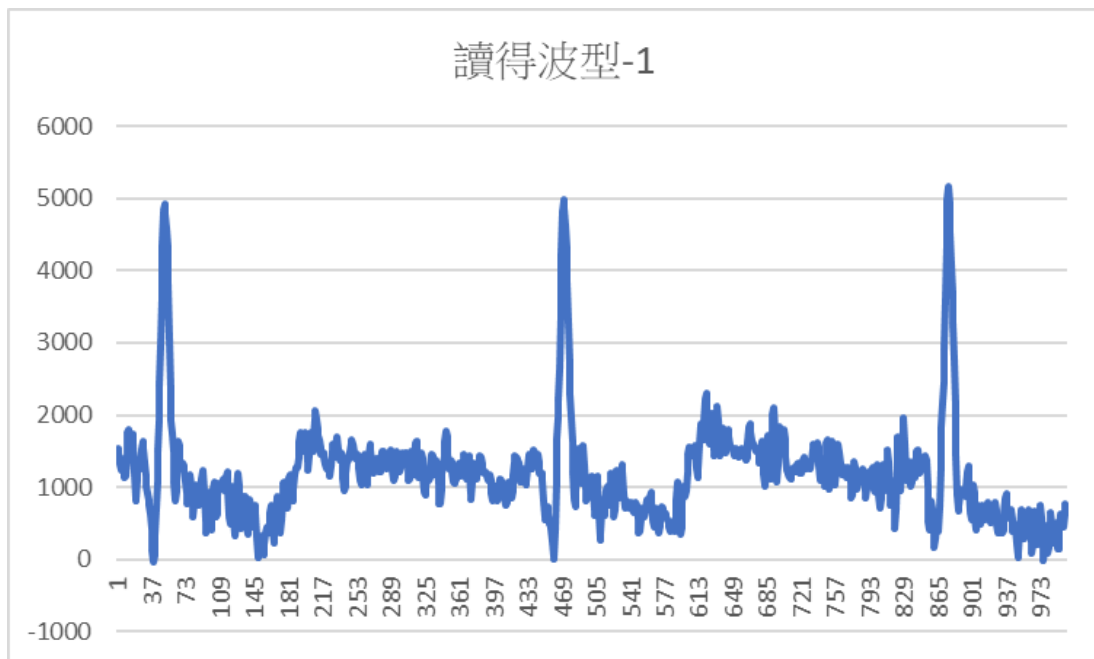
# Thank You



# 資料採集測試

## 波型輸出無誤

- 設備可以測得正確波型
- 前處理正常運行
- 無特別的雜訊干擾出現



# 結果展示確認

## 判斷結果、雲端輸出

- 準確輸出判斷結果、時間、地點
- 及時上傳雲端
- 顯示風險評估
- 系統基本完整
- 因為使用ARC EM9D AIoT DK的緣故運算時間極快

ID	NAME	COVID	TIME	LOCATION
23	name_23	F	2022-07-01 17:13:22	RPi_1_location
21	name_21	F	2022-07-01 17:13:36	RPi_1_location
44	name_44	F	2022-07-01 17:14:04	RPi_1_location
21	name_21	F	2022-07-01 17:17:01	RPi_1_location
46	name_46	F	2022-07-01 17:20:42	RPi_1_location
11	name_11	F	2022-07-01 17:22:08	RPi_1_location

**ID: 11**

**姓名: name\_11**

**無COVID-19風險**