

Himax WE-1 Plus



指導單位： IDB
INDUSTRIAL DEVELOPMENT BUREAU
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
經濟部工業局

主辦單位： 財團法人資訊工業策進會
INSTITUTE FOR INFORMATION INDUSTRY

 物聯網智造基地
IIOT SERVICE HUB

合作單位：智慧立方 江昱生

智慧寵物餵食器

大綱



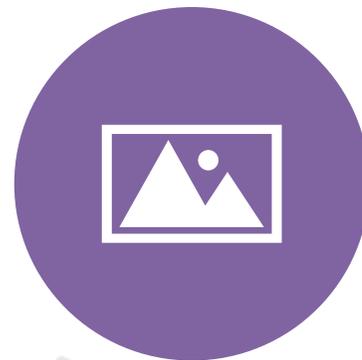
Ch. 1
概述



Ch. 2
硬體介紹



Ch. 3
軟體解說



Ch. 4
成果演示



附錄



第一章 概述

1-1. 文件說明



1-2. 情境應用概述



1-3. 案例示意圖

1-1. 文件說明

本文將介紹如何用WE-I Plus板子、超音波感測器、溫溼度感測器以及馬達來製作智慧寵物餵食器。第一章大概介紹此次案例和描述使用情景。而使用到的元件材料如WE-I Plus板子規格、外接感測器、線路接線以及硬體操作則會在第二章說明。

因為此次範例用到了超音波感測器(GPIO)、溫濕度感測器(I2C) 以及伺服馬達(GPIO)與WE-I Plus板子相連、以及AI模型的使用，有提供相關的程式碼以及函式庫，可參考第三章來操作、建立或是修改程式碼達到使用者的要求，開發者也可以根據需求自行搭配上上述感測器元件來單獨控制WE-I Plus板子。

未來延伸

餵食器的主體將以紙盒來打造並於第四章以照片來呈現餵食器的成品以及操作。而在文末的附錄頁將提供AI模型、燒錄檔以及訓練模型照片資源的擷取，方便開發者使用。

1-1. 情境應用概述

此範例使用影像為輸入，我們運用WE-I Plus可應用邊緣運算的長處，讓機器學習模型來辨別自己的寵物以及其他事物(比如飼主自己或是其他動物)。當寵物經過時，若機器學習模型認為是寵物時，便啟動馬達投放飼料，當認為不是寵物時則否，可以避免嬰孩誤觸誤食。

考慮到可能有食物受潮以及存量變少問題，設置溫溼度感測器以及超音波測距器在食物容器內，透過板子上的燈號變化來通知飼主汰換和補充。

同時當投放過一輪飼料後，使用者可設定餵食的間隔期間，來防止寵物吃過多的情況發生。

這類產品適合工作相對較忙碌但有又想給自己寵物多一分照顧的飼主。



1-2. 案例示意圖



寵物

攝影機偵測



影像輸入回傳



模型輸入運算



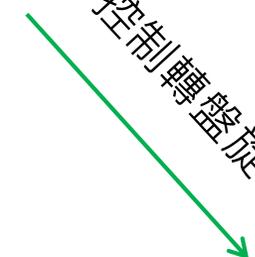
WE-I Plus

馬達訊號給予



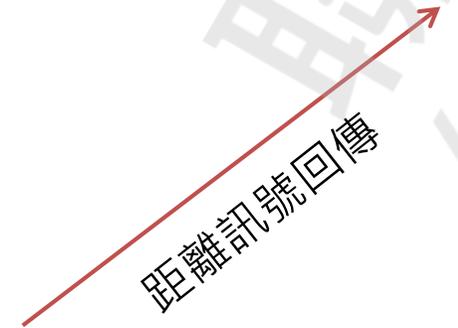
SG90
馬達

控制轉盤旋轉



出糧

距離訊號回傳



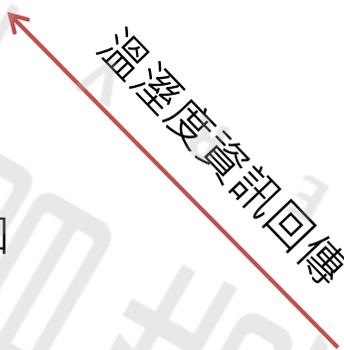
US100
超音波感測器

燈號通知



飼主

溫溼度資訊回傳



SHT20
溫溼度感測器



第二章 硬體介紹

2-1. WE-I Plus國產IC開發板簡介

2-2. WE-I Plus感測器位置 腳位

2-3. 範例所需材料

2-4. 外接元件介紹

2-5. 電路接線圖

2-6. WE-I Plus腳位與元件說明

2-7. 硬體操作說明



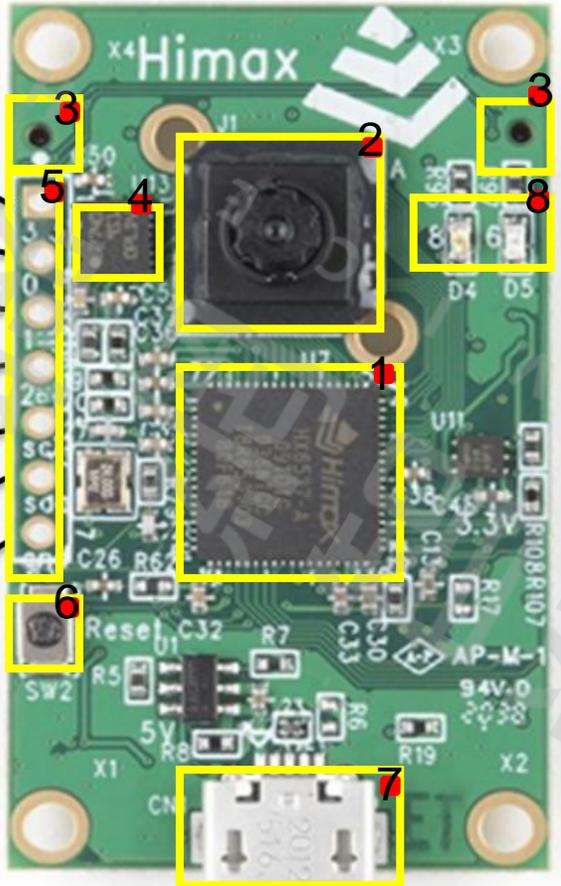
2-1. WE-I Plus國產IC開發板簡介



- 尺寸 40mm x 27mm
- 使用ARC 32-bit EM9D DSP with FPU晶片
- 最高 400MHz 處理器時脈
- 提供完整SDK
- 支援I2C、UART、SPI介面傳輸
- microUSB 接頭用來與電腦進行序列通訊以及接受外部5V供電給WE-I Plus
- 可應用TensorFlow Lite for Microcontrollers的項目以及運用Edge-Impulse作為機器學習的模型開發平台

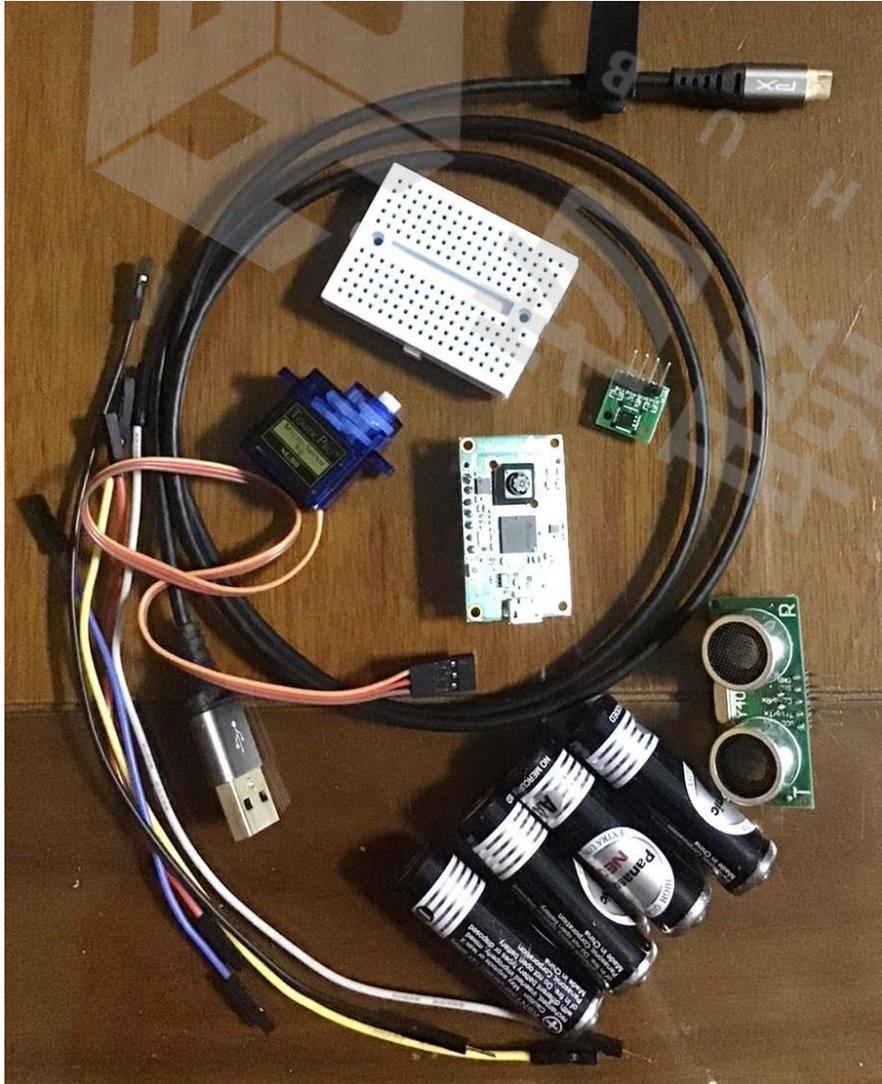
2-2. WE-I Plus感測器位置 腳位

POWER	3.3V
GPIO	0
GPIO	1
GPIO	2
I2C	scl
I2C	sda
GROUND	GND



1. Himax WE-I PLUS 處理器
2. AoS™ VGA影像感測器
3. L/R立體麥克風
4. 三軸加速計(LSM9DS1)
5. I2C與 GPIO 接頭
6. 重置按鈕
7. Micro-USB 接頭
8. LEDs (紅/綠)

2-3. 範例所需材料



- WE-I Plus ×1
- Linux 電腦(也可其他作業系統安裝VM) ×1
- SHT20(溫濕度感測器) ×1
- US-100(超聲波感測器) ×1
- SG90 360度連續旋轉(伺服馬達) ×1
- Micro-USB充電傳輸線
- 麵包板 ×1
- 單芯線 ×少許
- 電池 ×4
- 紙盒(裝寵物食物用)

2-4-1. US-100 超音波距離感測器介紹

技術參數

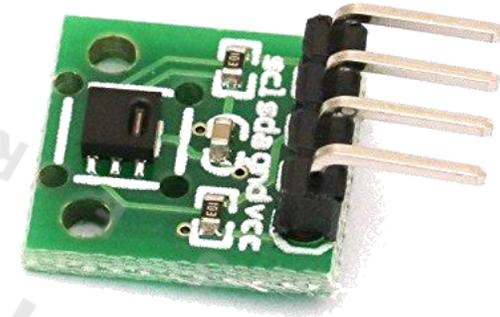


- 工作電壓：DC 2.4~5.5V
- 靜態電流：小於2mA
- 感應溫度：-20+70 度
- 感應角度：不大於15度
- 探測距離：2cm -450cm
- 輸出模式：電平或UART(本範例採用電平觸發模式)
- 接線方式:(由左至右)VCC、Trig or tx、Echo or rx、GND

2-4-2. SHT20溫濕度感測器介紹

技術參數

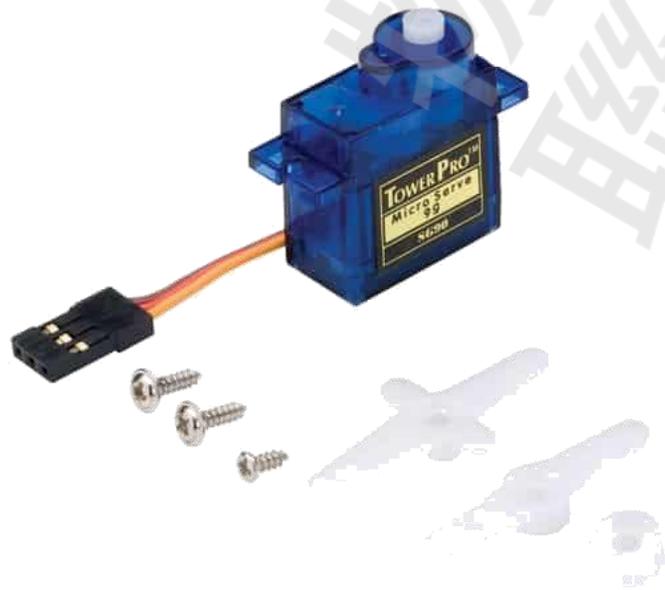
- 濕度測量範圍：0~100%RH
- 濕度測量精度：±3%RH
- 溫度測量範圍：-40~125°C
- 溫度測量精度：±0.3°C
- 工作電壓：2.1~3.6VDC
- 輸出模式：I2C接口輸出



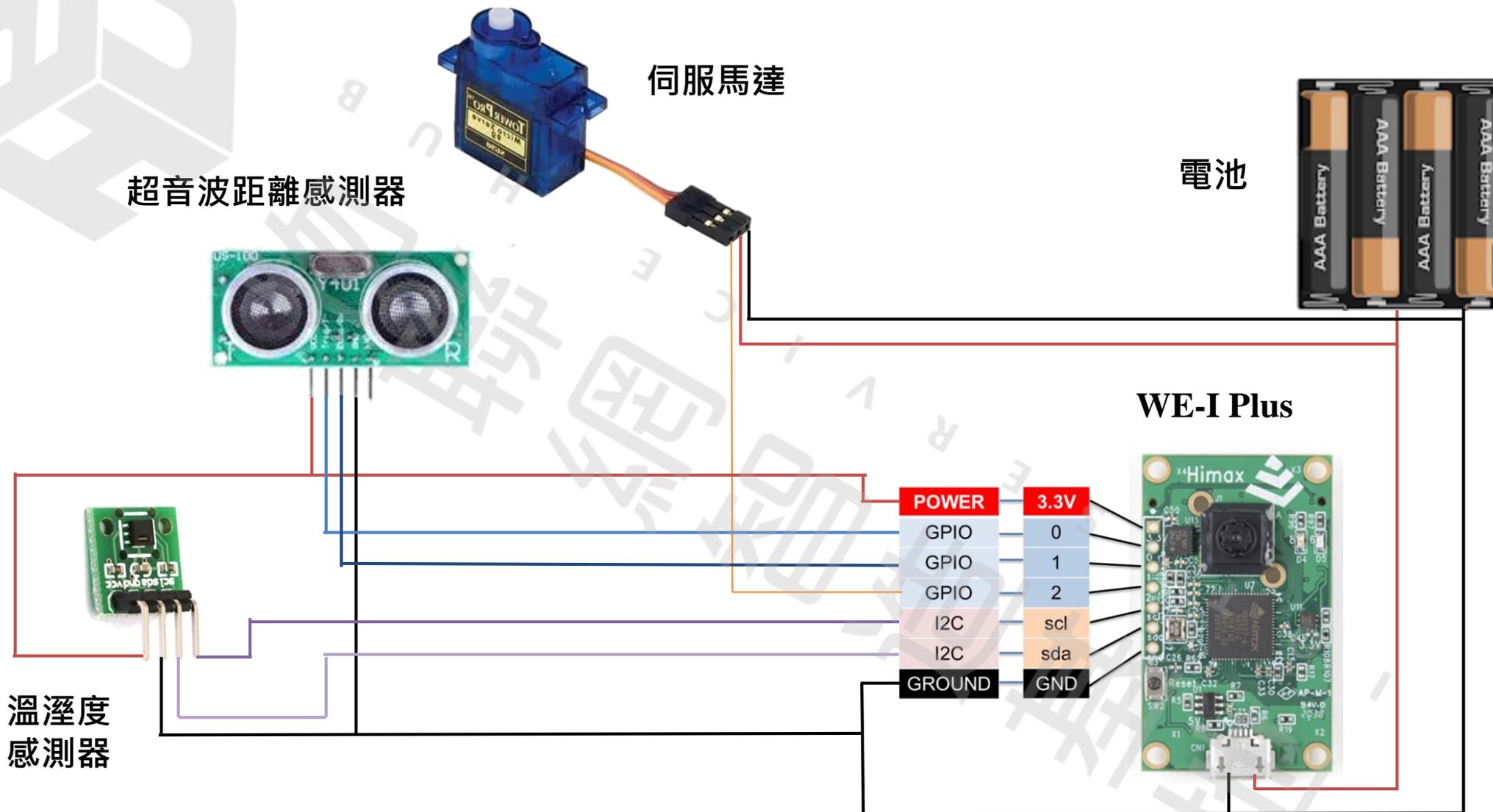
2-4-3. SG90 360度連續旋轉舵機介紹

技術參數

- 尺 寸：23mm*12.5mm*29.5mm
- 重 量：9克
- 轉動角度：360度連續旋轉（由PWM控制轉速及正反轉）
- 工作扭矩：1.8kg/cm(6V)；1.4 kg/cm（4.8V）
- 工作電壓：3.0V~7.2V（建議5V）
- 連接線長：25cm
- 接線方式:紅線→5V,棕線→地線,橙線→訊號線



2-5. 電路接線圖



2-6. DSI6537 腳位與元件說明

- SCL, SDA 是 I2C腳位，分別連接SHT20溫濕度感測器上的 SCL, SDA 將以I2C模式回傳溫度、濕度數值DSI6537。
- 0, 1屬於 GPIO腳位，連接US-100超音波感測器。此款防水超音波感測器是 UART 介面溝通。
- SG90馬達的控制腳接到 DSI6537 的GPIO_2號腳位。
- 馬達使用SG90伺服馬達，因其工作電壓需要5V，而 DSI6537板子上輸出的電壓為3.3V，故不能透過板子上的輸出電源來供電，要將正負極連接在電池盒。

2-7. 操作說明

因應模型設定不同，將攝影機儘量朝向自己模型設定的背景或是乾淨簡潔較無雜物的地方，方便模型辨識避免誤判。

在程式運作時，運用WE-I Plus的攝影機來捕捉影像，若模型認為偵測到寵物時，將長亮WE-I Plus上的綠色led燈，啟動馬達進行出糧的動作，若否則長亮紅色led燈。

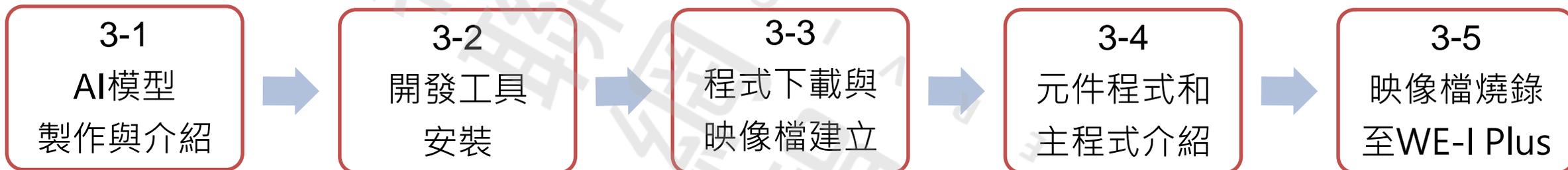
當超音波測得距離等於飼料儲存箱的寬度距離時，將同時長亮紅色以及綠色led燈，讓使用者對飼料進行補充。

而當溼度計測得相對濕度過高(如75%)時，將閃爍紅色led燈，提醒使用者進行更換。



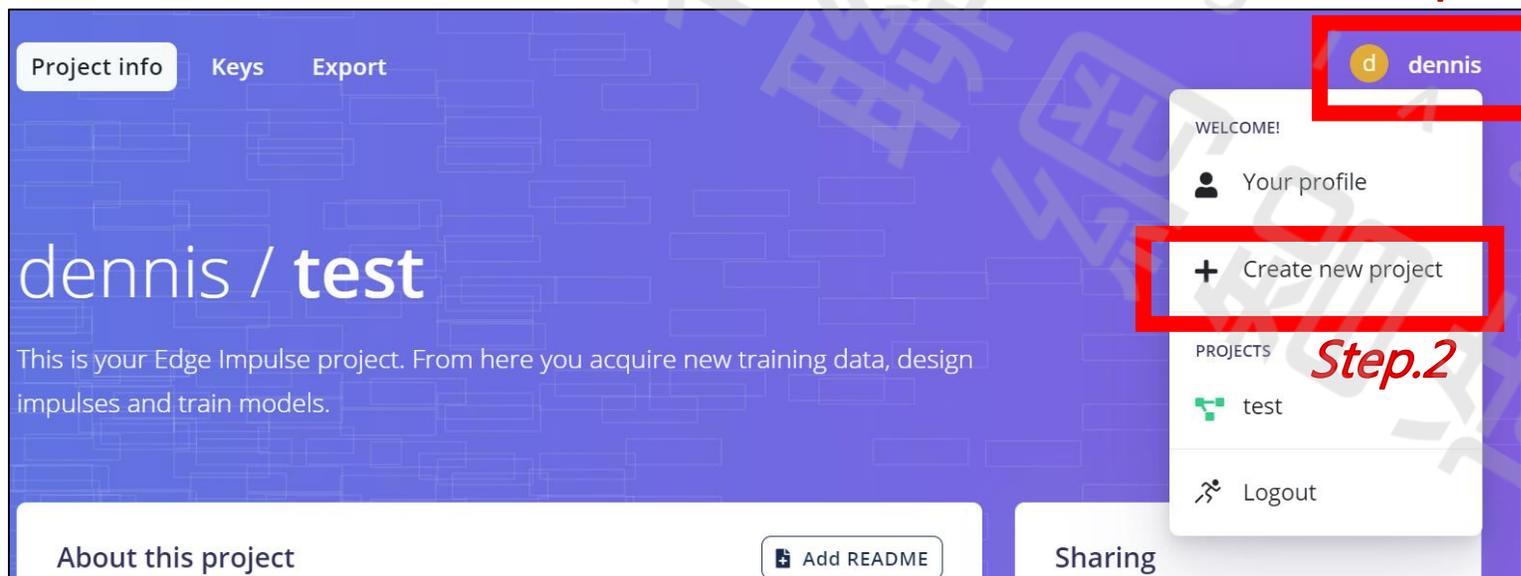
第三章 程式介紹

at Ubuntu 20.04 Environment

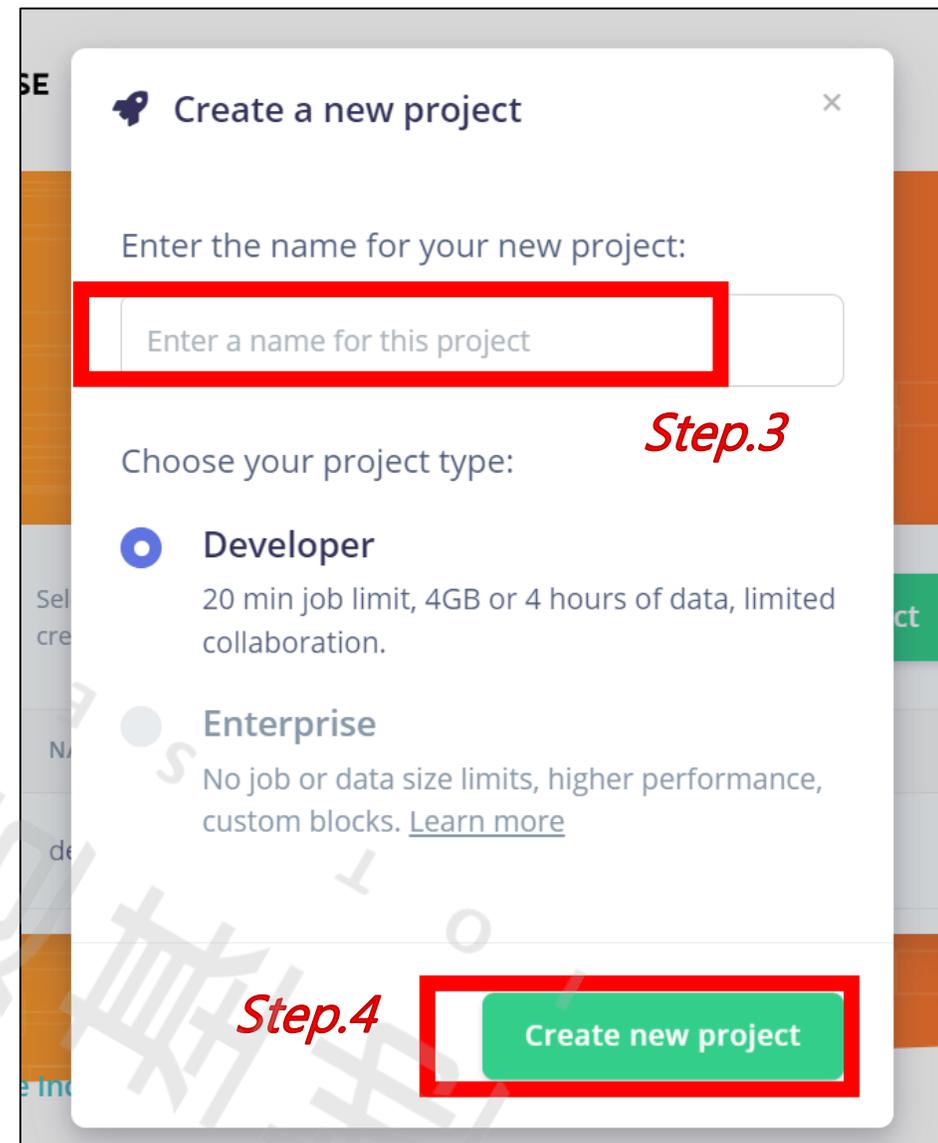


3-1 AI模型製作與介紹

本案例使用Edge Impulse來建立模型
前往網址<https://www.edgeimpulse.com> 註冊後登入

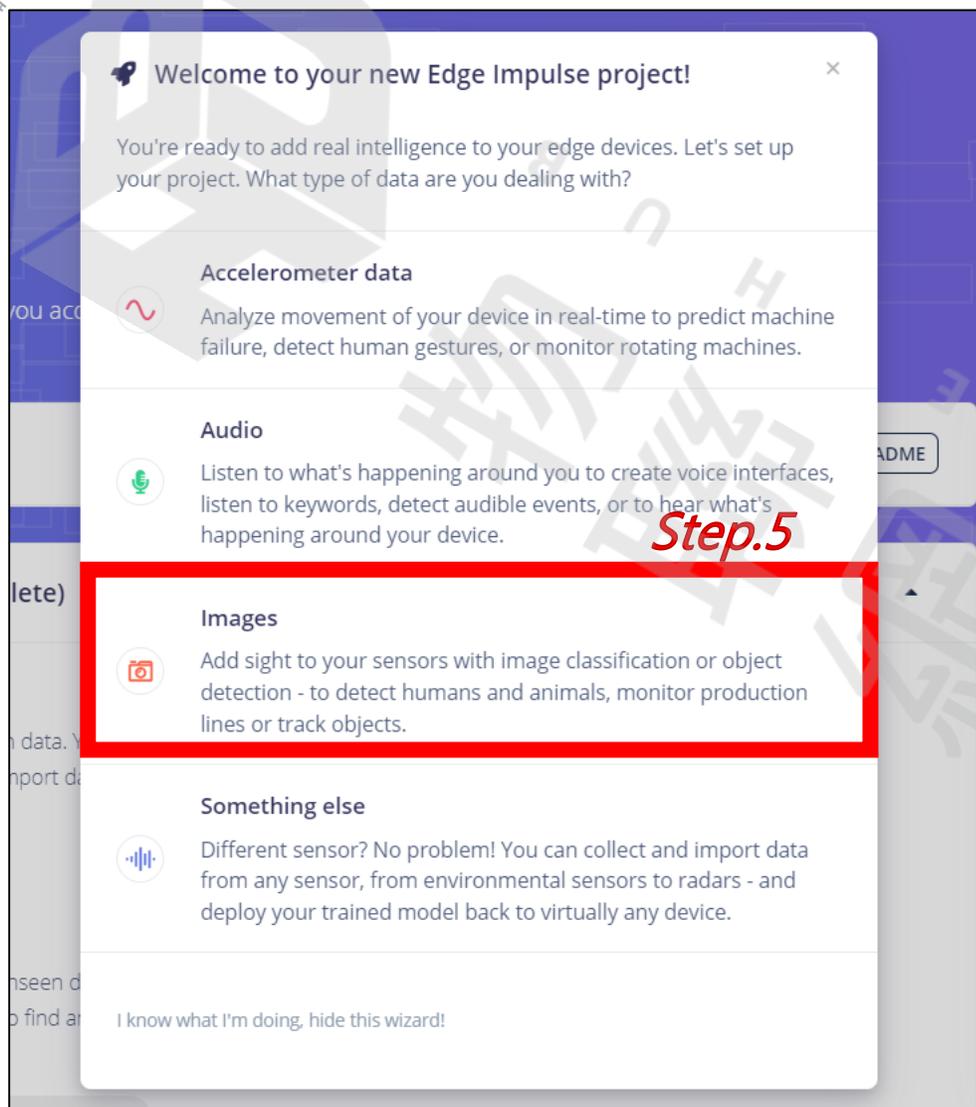


登入Edge Impulse 後，先點帳號頭像，再選建立新專案

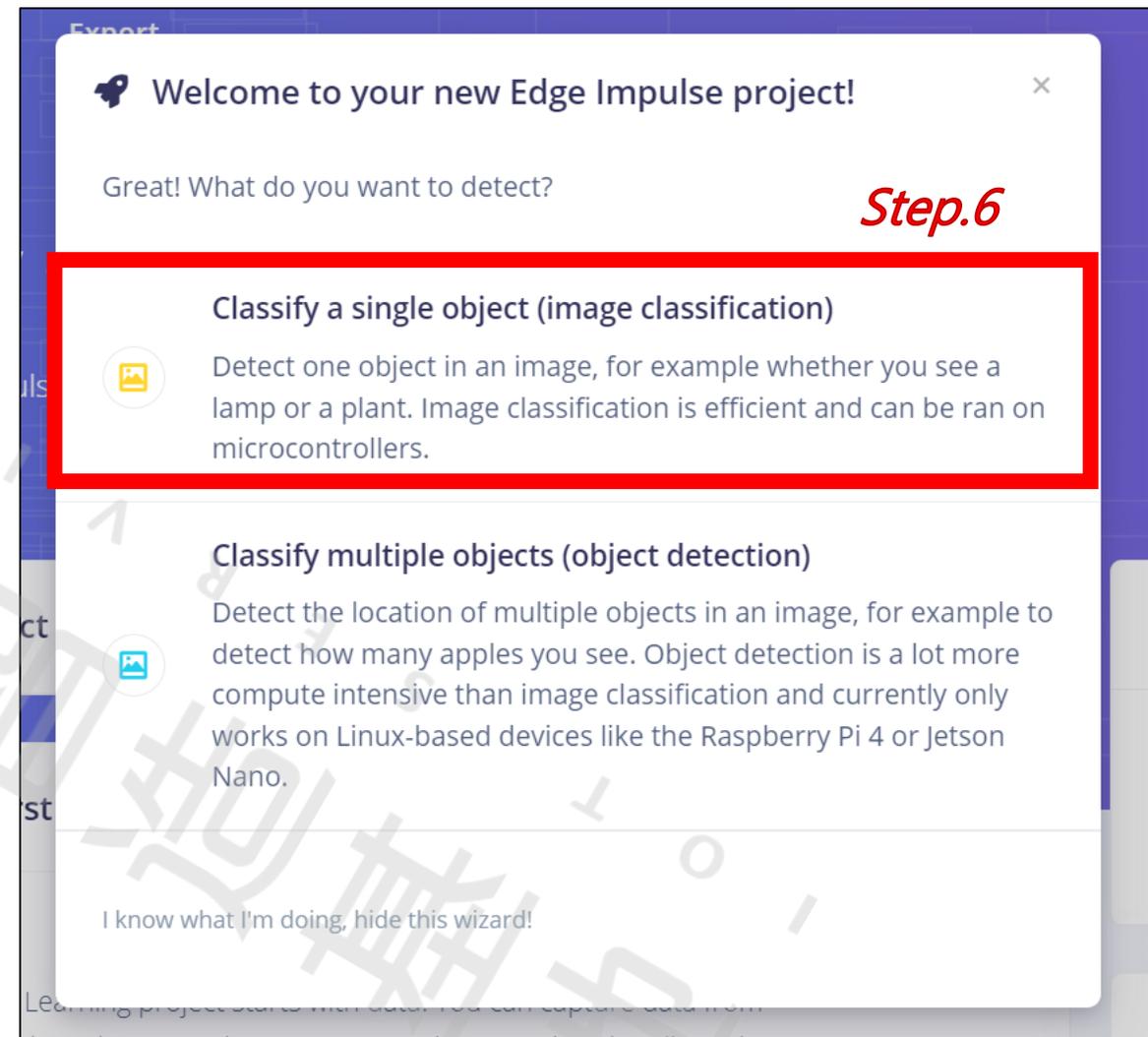


打上專案名稱，選擇開發者，按創建新專案

3-1 AI模型製作與介紹



資料類型點選Images



辨別是否為寵物，選擇分類單一物體

3-1 AI模型製作與介紹

Welcome to your new Edge Impulse project!

Great! Here's how you can get started with image classification:

Connect a development board
Get started with a wide range of fully supported hardware targets to quickly build a custom image dataset.

[Connect your development board](#)

Import existing data
If you already have images in JPG or PNG file format, you can upload it to the Edge Impulse web interface or using the Edge Impulse CLI.

[Go to the uploader](#) **Step.7**

Tutorial: adding sight to your sensors
Follow our end-to-end tutorial to collect data, train a model, and deploy it back to your device to analyze images in realtime.

[Read the tutorial](#) **Step.8**

I know what I'm doing, hide this wizard!

[Let's get started!](#)

Or
或是

EDGE IMPULSE

DATA ACQUISITION (TEST1)

Training data | Test data | Data explorer | **Upload data** **Step.8**

Dashboard

Devices

Data sources

Data acquisition **Step.7**

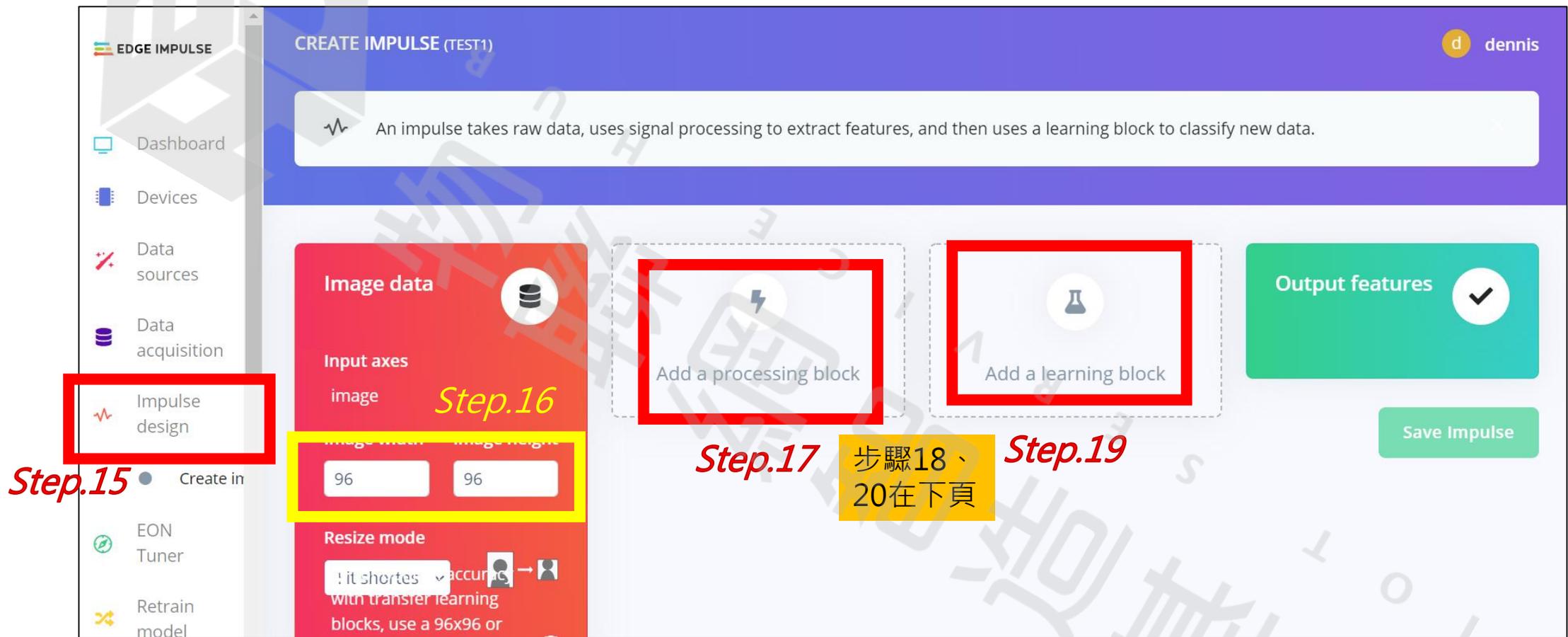
Collected data

Record new data

點選頁面左方目錄下的data acquisition，選擇Upload data

選擇上傳現有圖檔

3-1 AI模型製作與介紹



Step.15 Impulse design

Step.16 Image data
Input axes: image
image width: 96, image height: 96

Step.17 Add a processing block

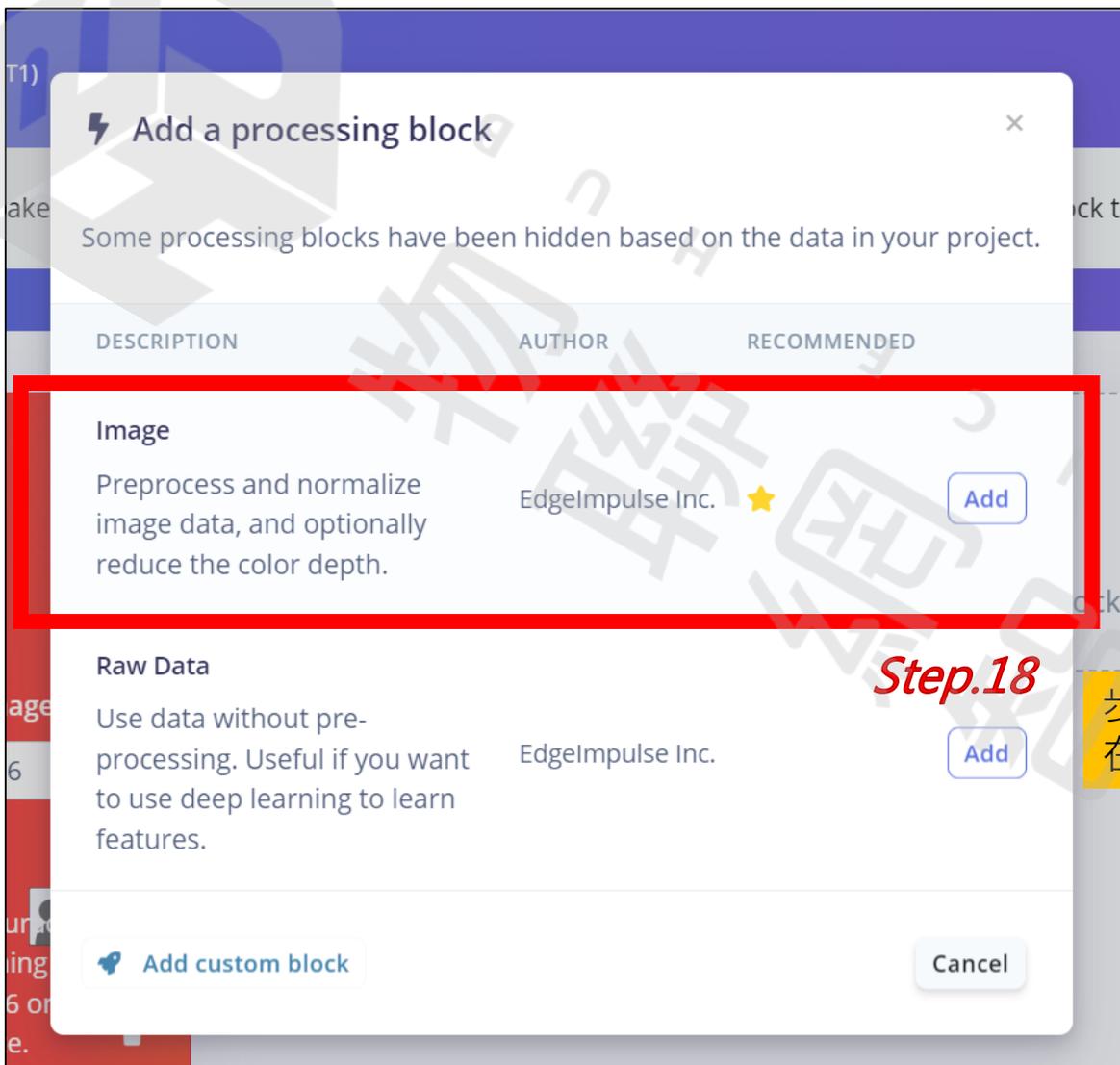
Step.19 Add a learning block

步驟18、20在下頁

Save Impulse

三份圖檔皆上傳後，點選頁面左方目錄中的 Impulse design，將image data 中image 的參數改為96 × 96 (也可設為160 × 160，理論上辨識精度會提升不過檔案大小也會提高)

3-1 AI模型製作與介紹



Add a processing block

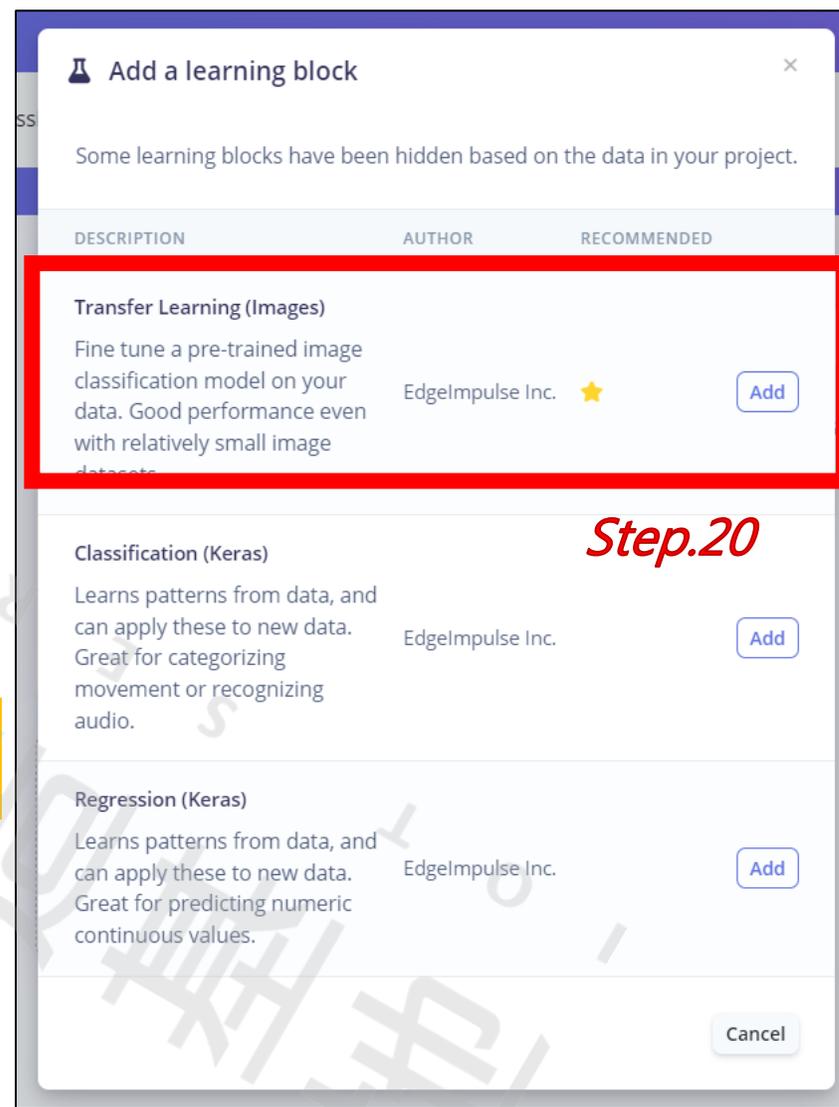
Some processing blocks have been hidden based on the data in your project.

DESCRIPTION	AUTHOR	RECOMMENDED
Image Preprocess and normalize image data, and optionally reduce the color depth.	EdgeImpulse Inc.	★ <input type="button" value="Add"/>
Raw Data Use data without pre-processing. Useful if you want to use deep learning to learn features.	EdgeImpulse Inc.	<input type="button" value="Add"/>

Step.18

步驟19 在上頁

選擇Image



Add a learning block

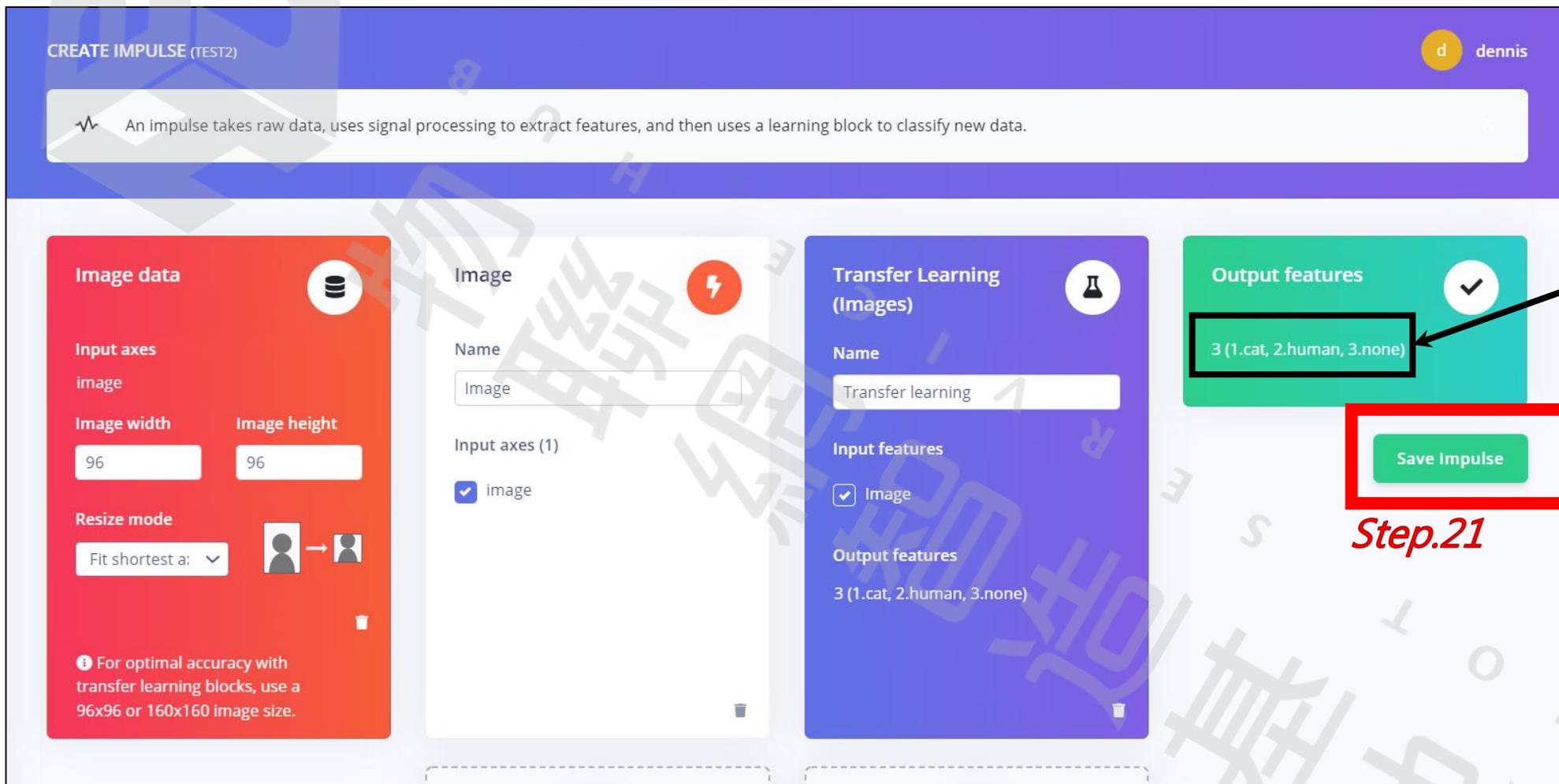
Some learning blocks have been hidden based on the data in your project.

DESCRIPTION	AUTHOR	RECOMMENDED
Transfer Learning (Images) Fine tune a pre-trained image classification model on your data. Good performance even with relatively small image datasets.	EdgeImpulse Inc.	★ <input type="button" value="Add"/>
Classification (Keras) Learns patterns from data, and can apply these to new data. Great for categorizing movement or recognizing audio.	EdgeImpulse Inc.	<input type="button" value="Add"/>
Regression (Keras) Learns patterns from data, and can apply these to new data. Great for predicting numeric continuous values.	EdgeImpulse Inc.	<input type="button" value="Add"/>

Step.20

選擇Transfer Learning

3-1 AI模型製作與介紹



CREATE IMPULSE (TEST2) dennis

An impulse takes raw data, uses signal processing to extract features, and then uses a learning block to classify new data.

Image data

Input axes
image

Image width: 96 Image height: 96

Resize mode: Fit shortest a: [v]

For optimal accuracy with transfer learning blocks, use a 96x96 or 160x160 image size.

Image

Name: Image

Input axes (1)
 image

Transfer Learning (Images)

Name: Transfer learning

Input features
 Image

Output features
3 (1.cat, 2.human, 3.none)

Output features

3 (1.cat, 2.human, 3.none)

Save Impulse

Step.21

輸出分類，第一個是要辨別的寵物

Impulse design設定完成，按 Save Impulse

3-1 AI模型製作與介紹

點選目錄中 Impulse design 下的分支 Image，選擇灰階後，頁面往下滑點擊 Generate features，過段時間網頁右側會顯示資料分布

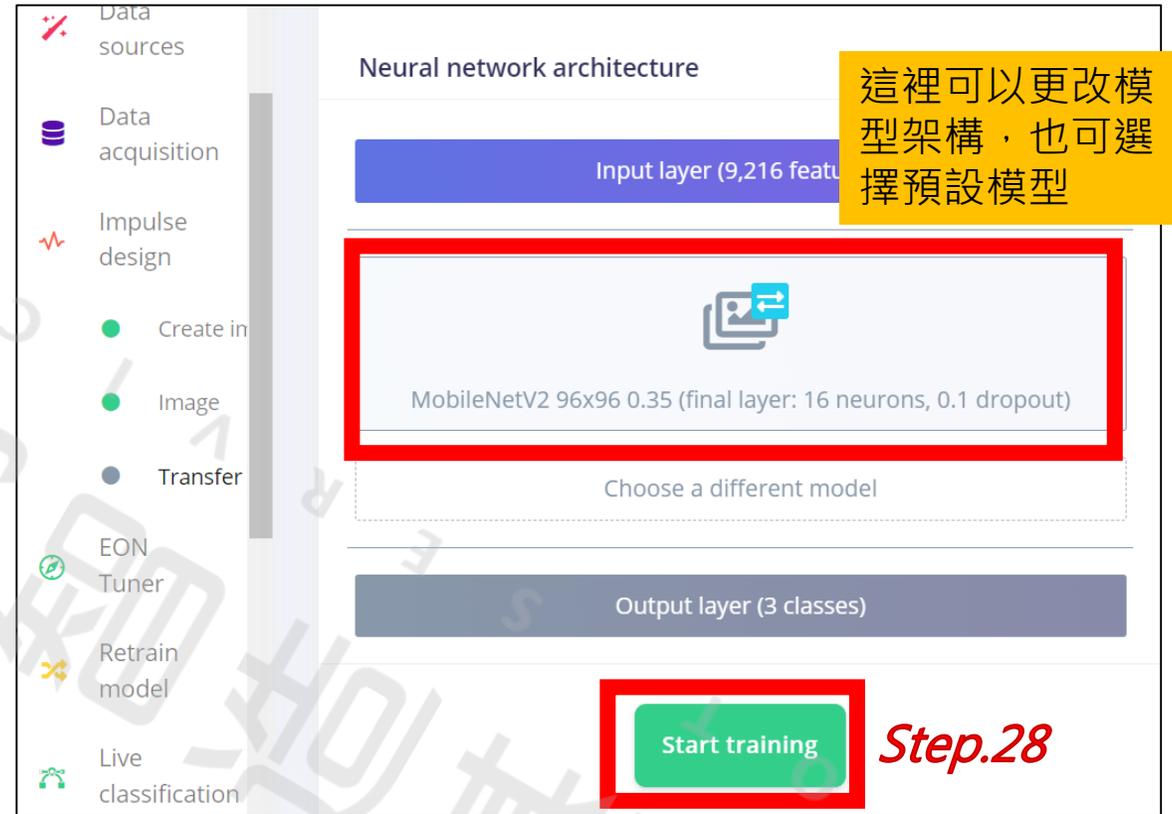
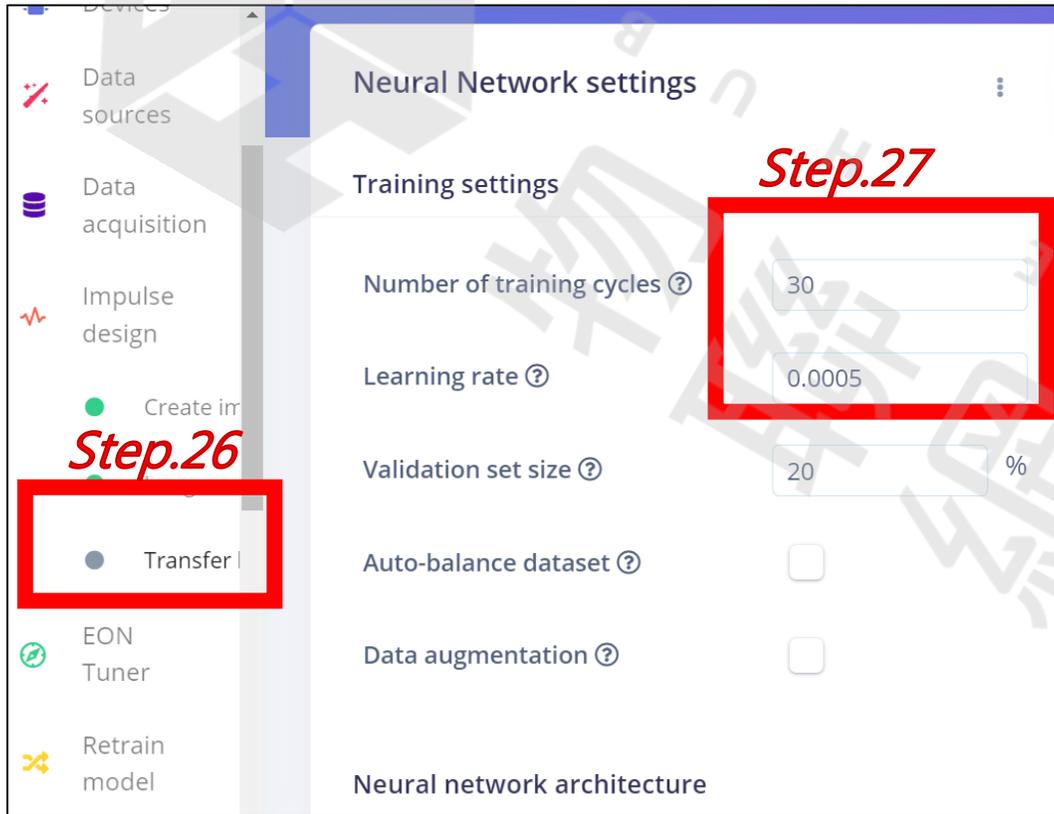
Step.22

Step.23

Step.24

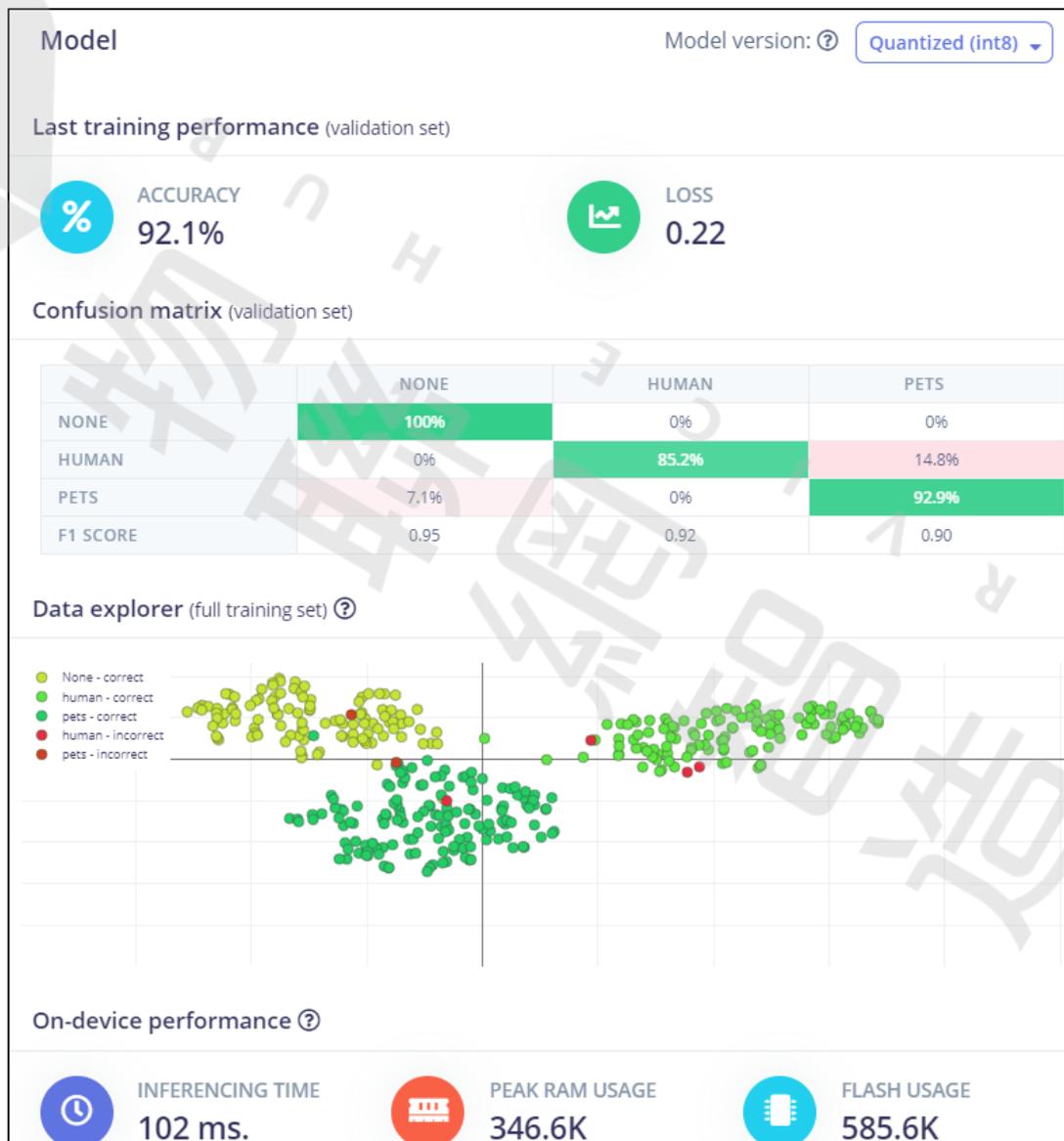
Step.25

3-1 AI模型製作與介紹



接著我們再點選Impulse design下的另一分支Transfer learning後，使用者可調整Training cycles 和 Learning rate 的參數來提升模型精度

3-1 AI模型製作與介紹



資料跑完後會顯示此次模型的精確度、損失以及混淆矩陣，若不滿意結果可回步驟27調整參數重構模型

3-1 AI模型製作與介紹

Step.29

Step.30

SAMPLE...	EXPECTED ...	LE...	ACCUR...	RESULT
Cat199.	pets	-	100%	1 pets
Cat191.	pets	-	100%	1 pets
Cat189.	pets	-	100%	1 pets
Cat187.	pets	-	0%	1 uncertain
Cat173.	pets	-	100%	1 pets

Model testing output

Fri Jun 17 09:58:24 2022 Construct embedding
Still running...

- completed 0 / 500 epochs
- completed 50 / 500 epochs
- completed 100 / 500 epochs
- completed 150 / 500 epochs
- completed 200 / 500 epochs
- completed 250 / 500 epochs
- completed 300 / 500 epochs
- completed 350 / 500 epochs

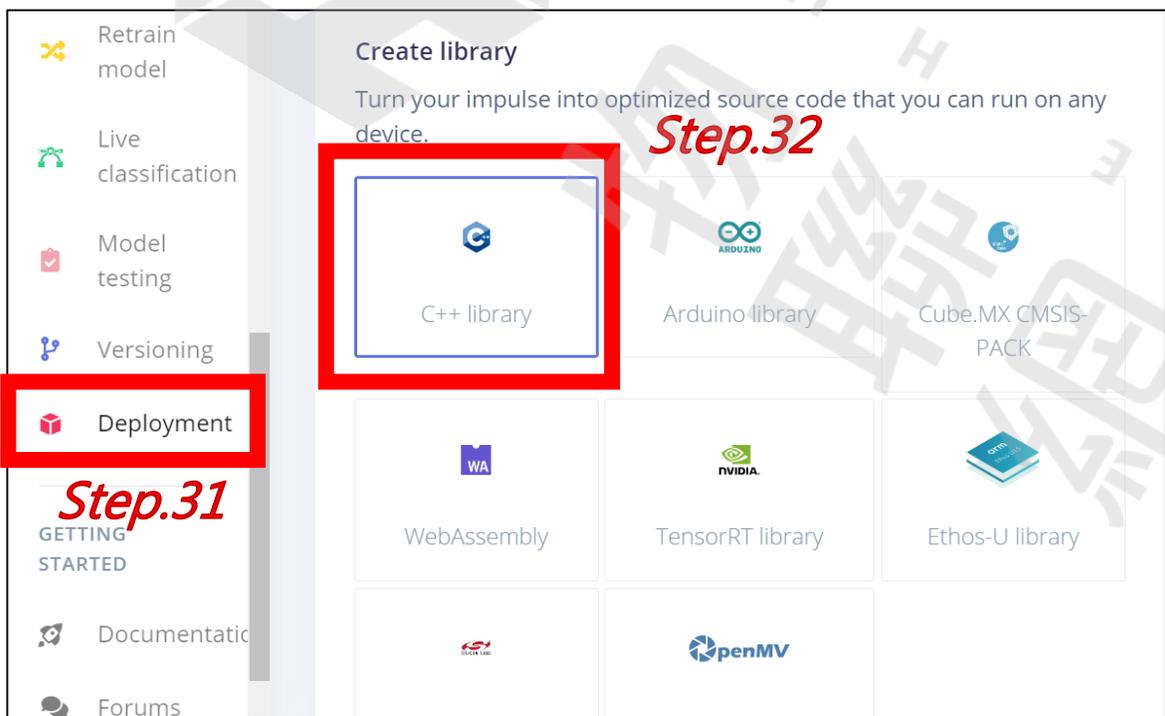
Model testing results

ACCURACY
87.78%

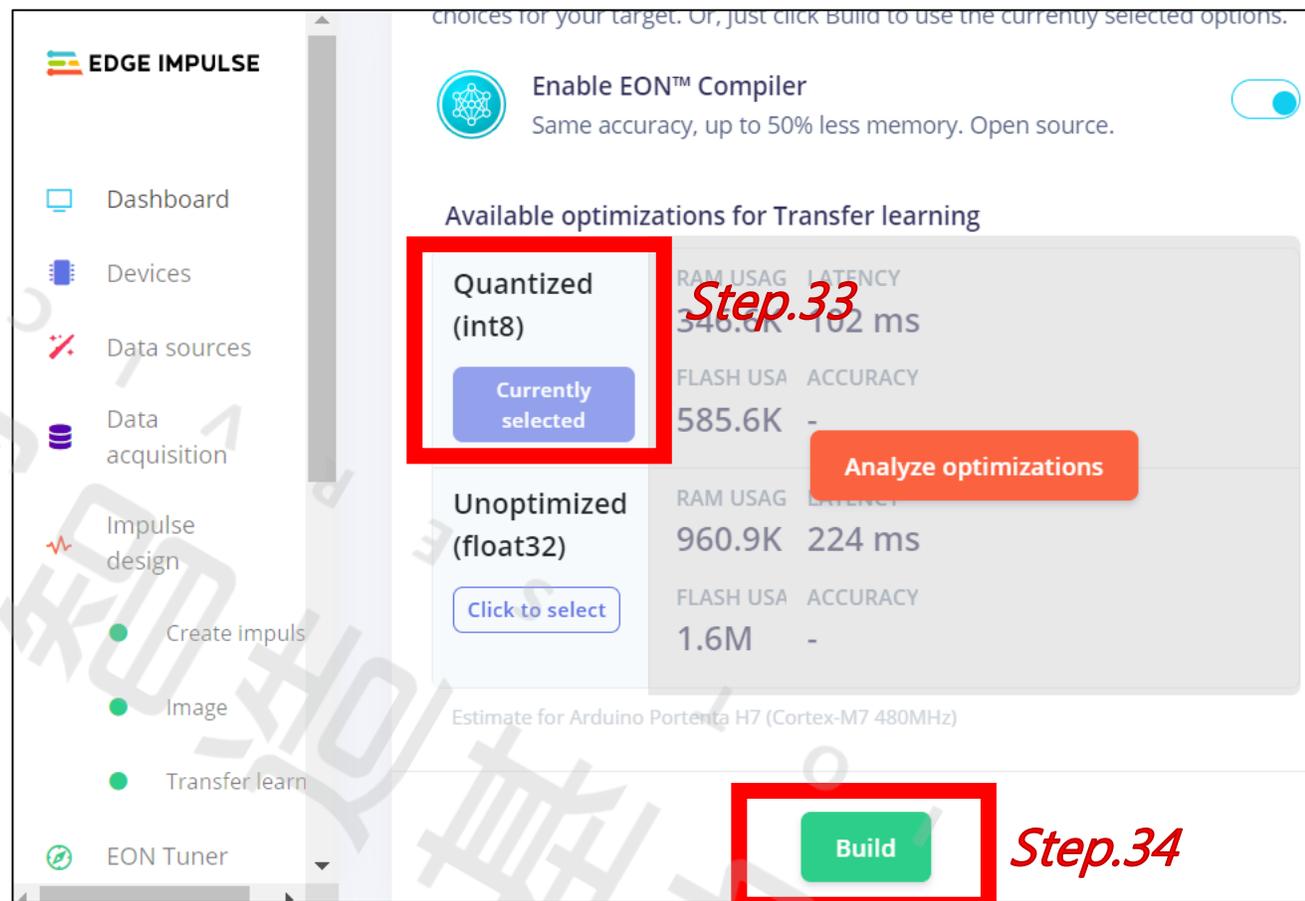
在目錄的Model testing 中 可按下Classify all 來查看測試集的準確性，來看模型的泛化能力如何

3-1 AI模型製作與介紹

輸出案例的C++模型



按下目錄中的Deployment，選擇C++ library



頁面下滑選擇Quantized (int8)後，按下Build

3-1 AI模型製作與介紹

Name	Type	Compressed size	Password pr...
edge-impulse-sdk	File folder		
model-parameters	File folder		
tflite-model	File folder		
CMakeLists	Text Document	1 KB	No
README	Text Document	1 KB	No

Build之後會下載一包壓縮檔案，解壓縮後便可看到上圖的檔案，待之後來使用

3-2 開發工具安裝

我們要先安裝一些程式工具，為之後燒錄映像檔做準備

安裝make工具

打開終端機，輸入：

```
$ sudo apt update
```

```
$ sudo apt upgrade
```



```
$ sudo apt install make
```



```
$ sudo apt install build-essential
```



```
$ make -version
```

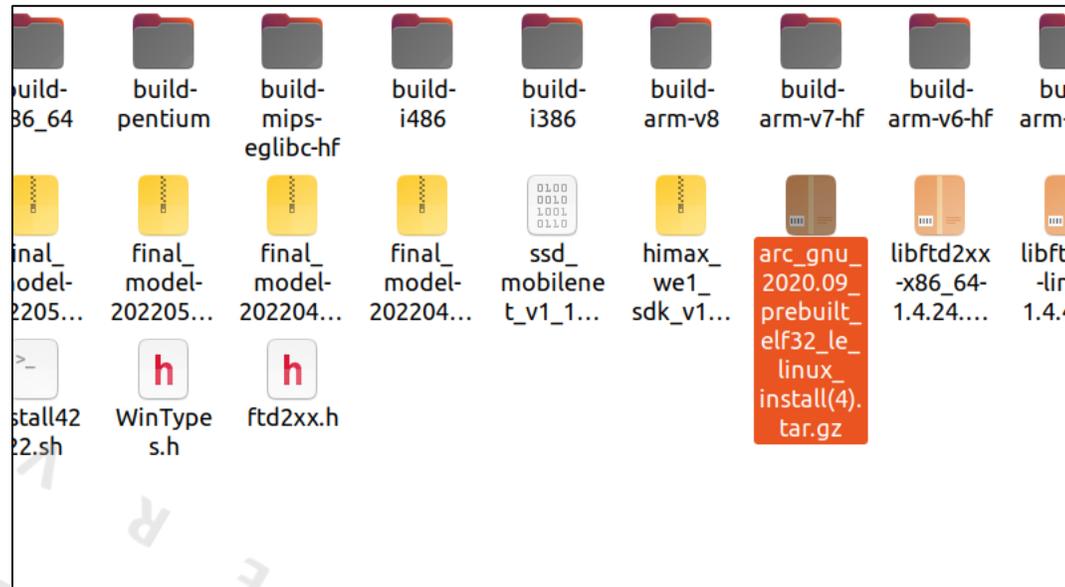
可查看make版本 需要 ≥ 3.82

```
dennis@dennis-computer:~$ sudo apt install make
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
make is already the newest version (4.2.1-1.2).
make set to manually installed.
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
dennis@dennis-computer:~$ sudo apt install build-essential
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
build-essential is already the newest version (12.8ubuntu1.1).
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
dennis@dennis-computer:~$ make -version
GNU Make 3.82
Built for x86_64-unknown-linux-gnu
Copyright (C) 2010 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later <http://gnu.org/licenses/gpl.html>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.
dennis@dennis-computer:~$
```

3-2 開發工具安裝

安裝開發套件ARC GNU Development Toolkit

輸入下列網址 https://github.com/foss-for-synopsys-dwc-arc-processors/toolchain/releases/download/arc-2020.09-release/arc_gnu_2020.09_prebuilt_elf32_le_linux_install.tar.gz 在Downloads得到壓縮包



解壓縮後改檔名為arc後放在使用者的家目錄/home，開啟檔案位置所在終端機，輸入

\$ gedit ~/.bashrc



在檔案最末加入

自行修改Username名稱

export PATH=/home/Username/arc/bin:\$PATH



更改完成後再回到終端機輸入

\$ source ~/.bashrc

```

98
99 # Alias definitions.
100 # You may want to put all your additions into a separate file like
101 # ~/.bash_aliases, instead of adding them here directly.
102 # See /usr/share/doc/bash-doc/examples in the bash-doc package.
103
104 if [ -f ~/.bash_aliases ]; then
105     . ~/.bash_aliases
106 fi
107
108 # enable programmable completion features (you don't need to enable
109 # this, if it's already enabled in /etc/bash.bashrc and /etc/profile
110 # sources /etc/bash.bashrc).
111 if ! shopt -oq posix; then
112     if [ -f /usr/share/bash-completion/bash_completion ]; then
113         . /usr/share/bash-completion/bash_completion
114     elif [ -f /etc/bash_completion ]; then
115         . /etc/bash_completion
116     fi
117 fi
118 export PATH=/home/dennis/arc/bin:$PATH
    
```

3-2 開發工具安裝

安裝 curl 和 git:

```
$ sudo apt install git  
$ sudo apt install curl
```

安裝燒錄工具minicom以及
支援xmodem 協定的lrzsz :

```
$ sudo apt-get install minicom  
$ sudo apt-get install lrzsz
```

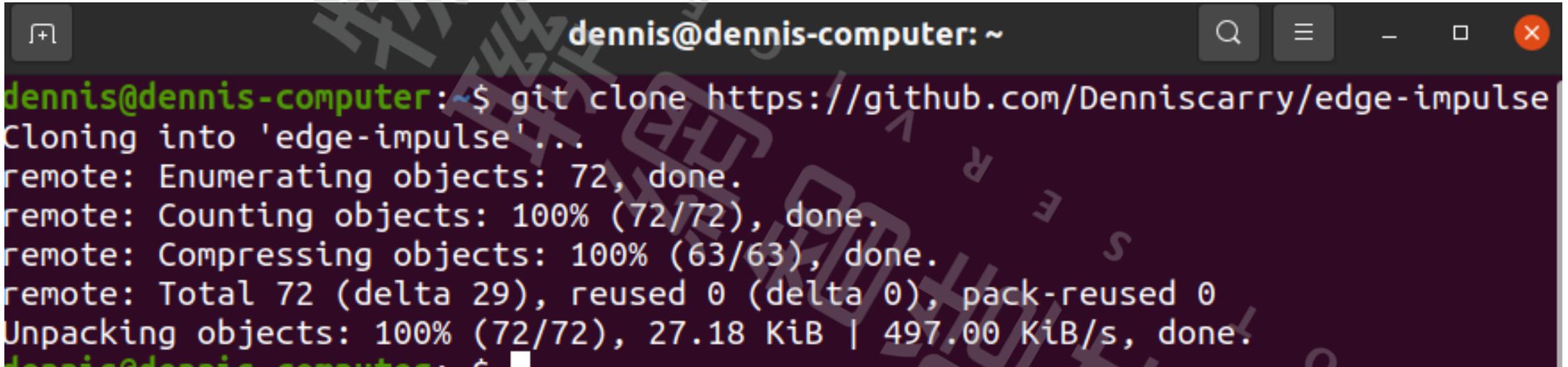
燒錄過程待3-5章解說

```
dennis@dennis-computer:~$ sudo apt install curl  
[sudo] password for dennis:  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
curl is already the newest version (7.68.0-1ubuntu2.11).  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.  
dennis@dennis-computer:~$ sudo apt install git  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
git is already the newest version (1:2.25.1-1ubuntu3.4).  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.  
dennis@dennis-computer:~$ sudo apt-get install minicom  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
minicom is already the newest version (2.7.1-1.1).  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.  
dennis@dennis-computer:~$ sudo apt-get install lrzsz  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
lrzsz is already the newest version (0.12.21-10).  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
```

3-3 程式下載與映像檔建立

下載本次案例的程式碼，打開終端機，輸入：

```
$ git clone https://github.com/Denniscarry/edge-impulse
```



```
dennis@dennis-computer: ~  
dennis@dennis-computer:~$ git clone https://github.com/Denniscarry/edge-impulse  
Cloning into 'edge-impulse'...  
remote: Enumerating objects: 72, done.  
remote: Counting objects: 100% (72/72), done.  
remote: Compressing objects: 100% (63/63), done.  
remote: Total 72 (delta 29), reused 0 (delta 0), pack-reused 0  
Unpacking objects: 100% (72/72), 27.18 KiB | 497.00 KiB/s, done.  
dennis@dennis-computer:~$
```

3-3 程式下載與映像檔建立

在家目錄/Home開啟edge-impulse資料夾，
再打開終端機

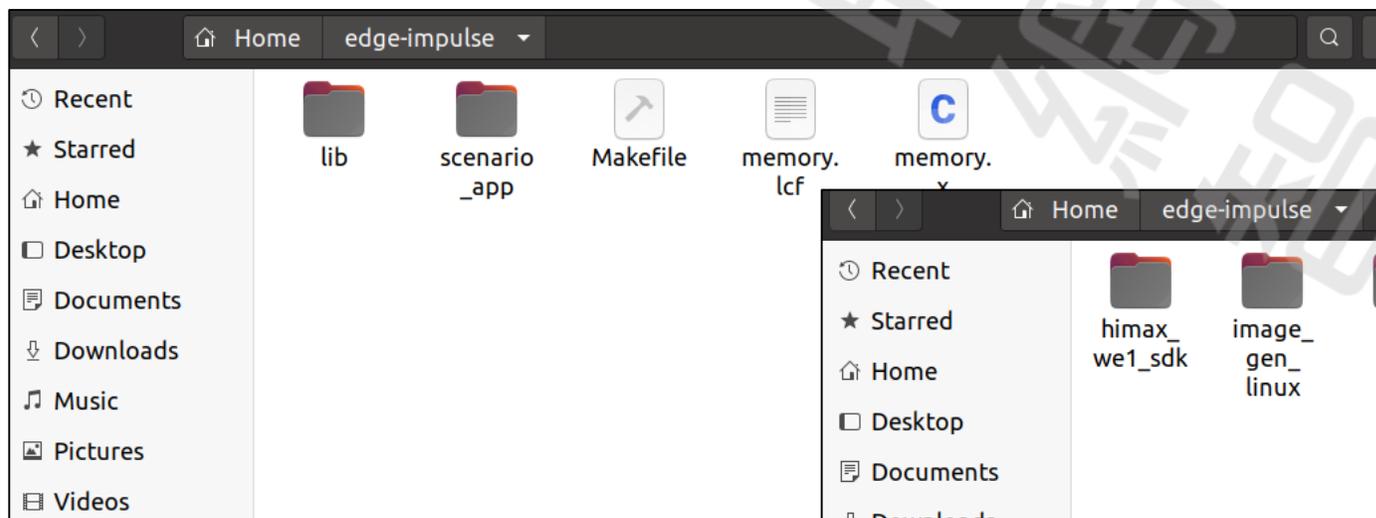
輸入 cd edge-impulse 後

\$ make download



```
dennis@dennis-computer: ~/edge-impulse
dennis@dennis-computer:~/edge-impulse$ make download
downloading
Archive: sdk.zip
  creating: ./himax_we1_sdk/
  inflating: ./himax_we1_sdk/libcpuarc.a
  inflating: ./himax_we1_sdk/arcem9d_we1_r16.tcf
  inflating: ./himax_we1_sdk/core_config.h
  inflating: ./himax_we1_sdk/liblibaudio.a
  inflating: ./himax_we1_sdk/liblibcommon.a
  inflating: ./himax_we1_sdk/liblibsecurity.a
```

可看到資料夾多了其他第三方的相關資料



Download前



Download後

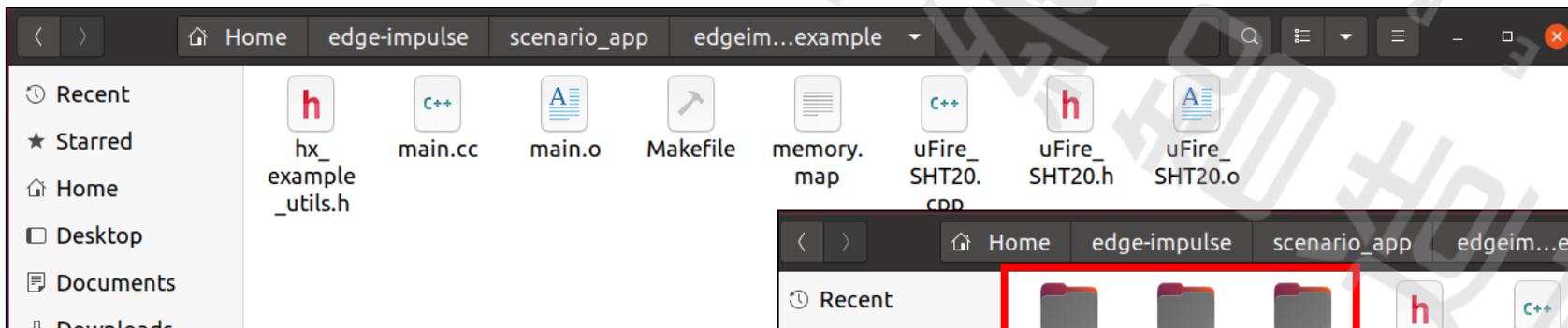
3-3 程式下載與映像檔建立

加入我們在edge impulse所產出的模型

我們進入edge-impulse資料夾內
scenario_app/edgeimpuls-example

將之前在3-1章做好的模型放入資料夾內

Name	Type	Compressed size	Password pr...
edge-impulse-sdk	File folder		
model-parameters	File folder		
tflite-model	File folder		
CMakeLists	Text Document	1 KB	No
README	Text Document	1 KB	No



模型放入前



模型放入後

3-3 程式下載與映像檔建立



make all 後產生

make flash 後產生

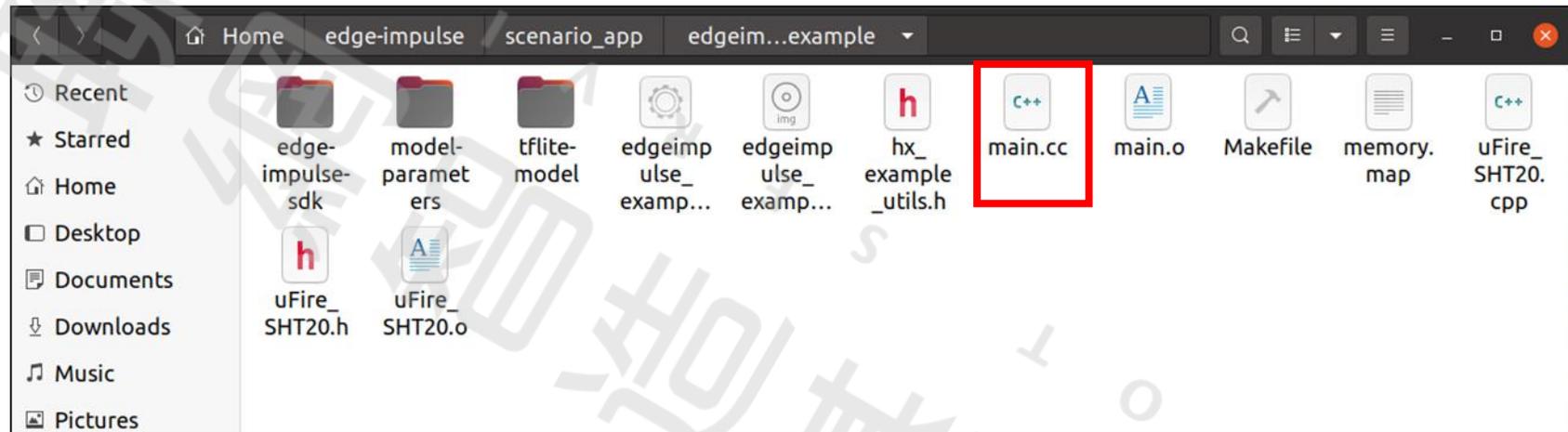


.elf 和 .img在資料夾中位置

3-4 元件程式和主程式介紹

在這個章節我們可以了解WE-I Plus 和其他的感測器的程式碼如何運作，也可以透過更改其中的數值來達成使用者的目的，更改完成之後，將程式存檔，重複3-3章make all 和 make flash 的部分即可製作新的映像檔來燒錄

我們先進入edge-impulse資料夾內scenario_app/edgeimpuls-example的位置，可以看到我們的主程式main.cc，點擊進入



main.cc資料夾中位置

3-4 元件程式和主程式介紹

```

1  #include "hx_drv_tflm.h"
2  #include "tflite-model/trained_model_compiled.h"
3  #include "uFire_SHT20.h"
4  #include "hx_example_utils.h"
5  uFire_SHT20 mySensor;
6
7  namespace
8  {
9      hx_drv_sensor_image_config_t g_pimg_config;
10     hx_drv_gpio_config_t gpio_config;
11     int input_width = 96;
12     int input_height = 96;
13     int input_channels = 1;
14     uint32_t humidity_threshold = 75; // % relative humidity
15     uint32_t distance_threshold = 7; // cm
16     float intervals = 0.1; // minute
17 }

```

攝影機擷取照片像素值
我們模型使用的是96 × 96的灰階像素

溼度計量測相對濕度的閾值調整

超音波測距儀量測得距離的閾值調整，
單位為公分

調整餵食一次的待機時間，單位為分鐘

參數調整

3-4 元件程式和主程式介紹

```

159 int main(void)
160 {
161     //Sensor
162     hx_drv_share_switch(SHARE_MODE_I2CM);
163     hx_drv_uart_initial(UART_BR_115200);
164     //hx_drv_led_on(HX_DRV_LED_GREEN);
165     //hx_drv_led_on(HX_DRV_LED_RED);
166
167     gpio_config.gpio_pin = HX_DRV_PGPI0_0;
168     gpio_config.gpio_direction = HX_DRV_GPIO_OUTPUT;
169     hx_drv_gpio_initial(&gpio_config);
170     gpio_config.gpio_pin = HX_DRV_PGPI0_1;
171     gpio_config.gpio_direction = HX_DRV_GPIO_INPUT;
172     hx_drv_gpio_initial(&gpio_config);
173     gpio_config.gpio_pin = HX_DRV_PGPI0_2;
174     gpio_config.gpio_direction = HX_DRV_GPIO_OUTPUT;
175     hx_drv_gpio_initial(&gpio_config);
176
177     hx_drv_uart_print("SHT20\n");
178     hx_drv_uart_print("US100\n");
179     // Init SHT20 Sensor
180     mySensor.begin();
181

```

打開I2C協定設置

設定鮑率為115200

設定腳位是輸入還是輸出，
本範例中0、2號腳位是輸出，1號腳位是輸入

設定輸入輸出

3-4 元件程式和主程式介紹

```

198 while (true)
199 {
200     hx_drv_uart_print("Humidity: %d %%, Temperature: %d C\n", (ui
201     uint32_t humidity = mySensor.humidity();
202     if(humidity>humidity_threshold){
203         while(true){
204             hx_drv_led_on(HX_DRV_LED_RED);
205             hx_util_delay_ms(400);
206             hx_drv_led_off(HX_DRV_LED_RED);
207             hx_util_delay_ms(300);
208             uint32_t humidity = mySensor.humidity();
209             if (humidity<humidity_threshold){
210                 break;
211             }
212         }
213     }
214     uint32_t distance = ping();
215     hx_drv_uart_print("Distance: %d cm\n", distance);
216     if(distance>distance_threshold){
217         while(true){
218             hx_drv_led_on(HX_DRV_LED_GREEN);
219             hx_drv_led_on(HX_DRV_LED_RED);
220             uint32_t distance = ping();
221             if (distance<distance_threshold){
222                 hx_drv_led_off(HX_DRV_LED_GREEN);
223                 hx_drv_led_off(HX_DRV_LED_RED);
224                 break;
225             }

```

讀取溼度計數值，
若超過設定閾值則不繼續執行程式，
改以閃紅燈來提醒使用者

讀取超音波測距儀之數值，
若大於設定閾值則不繼續執行程式，
改以常亮紅燈和綠燈提醒使用者

程式迴圈

3-4 元件程式和主程式介紹

```

230     uint32_t catNumber = 0;
231     uint32_t j = 0;
232     uint32_t m = 25;
233     while (j <= m) {
234         uint32_t isCat = getCatImage();
235         hx_drv_uart_print("is cat ? :%d \n", isCat);
236         if(isCat == 0){
237             catNumber += 1;
238         }
239         if(catNumber == 15){
240             pingMotor();
241             hx_drv_led_off(HX_DRV_LED_GREEN);
242             hx_util_delay_ms(intervals*60*1000);
243             break;
244         }
245         j++;
246     }
247 }
248
249 return 0;
250 }
    
```

預計拍攝25次

攝影機開啟，辨別是否為寵物

計算是否辨別為寵物的次數，若計算得超過15次則：

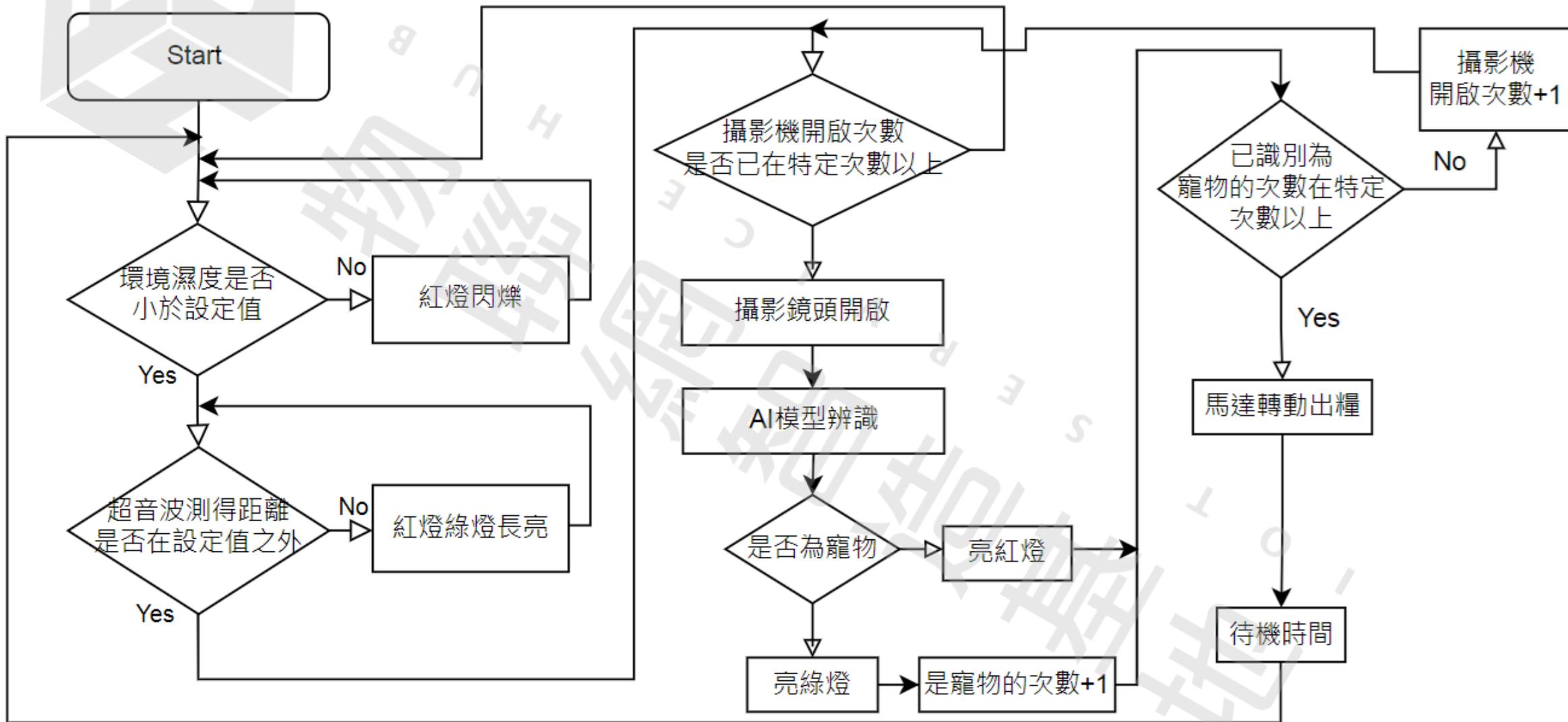
- 啟動馬達轉動
- 熄滅燈號
- 開始待機時間

待機時間過後，回到執行溼度計和超音波測距再新一輪辨識，重新循環

程式迴圈

3-4 元件程式和主程式介紹

主程式流程圖



3-4 元件程式和主程式介紹

再來是介紹元件程式 US-100超音波距離感測器設定，以GPIO形式與板子互動

WE-I Plus先發送一段
5ms的高電平訊號啟動US-100

```

73 unsigned long ping() {
74     uint32_t tick_start = 0, tick_end = 0;
75     gpio_config.gpio_pin = HX_DRV_PGPI0_0;
76     gpio_config.gpio_data = 1;
77     hx_drv_gpio_set(&gpio_config);
78     hx_util_delay_ms(5);
79
80     gpio_config.gpio_pin = HX_DRV_PGPI0_0;
81     gpio_config.gpio_data = 0;
82     hx_drv_gpio_set(&gpio_config);
83
84     uint32_t time = 0;
85     uint32_t i = 0;
    
```

回傳訊號維持高電平的時間

而根據時間經過換算後得到量測的距離

```

87     while(1)
88     {
89         gpio_config.gpio_pin = HX_DRV_PGPI0_1;
90         hx_drv_gpio_get(&gpio_config);
91         time = gpio_config.gpio_data;
92         //hx_drv_uart_print("%d",time);
93
94         //hx_drv_uart_print("%d\n",i);
95         if(time == 1 && i == 0)
96         {
97             hx_drv_tick_start();
98             hx_drv_tick_get(&tick_start);
99         }
100        if (time == 1)
101        {
102            i++;
103        }
104        if(time == 0 && i > 0)
105        {
106            hx_drv_tick_get(&tick_end);
107            break;
108        }
109    }
110    uint32_t cm = ((tick_end-tick_start)/4)*0.0001657;
111    //hx_drv_uart_print("%d",cm);
112    return (cm); // 換算成 cm 並傳回
113 }
    
```

3-4 元件程式和主程式介紹

SHT20
溫溼度感測器設定
以I2C介面溝通

因為使用I2C溝通，我們需要引入函式庫來運作感測器
程式碼也是放在edge-impulse資料夾內
scenario_app/edgeimpuls-example的位置，提供main.cc引入需要函式。



SHT20的.cpp和.h在資料夾中的位置



3-4 元件程式和主程式介紹

SHT20
溫溼度感測器設定
以I2C介面溝通

```
1 #include "uFire_SHT20.h"
2 #include "cmath"
3
4 #ifdef HIMAX_SHT20
5 #else
6 #include <Arduino.h>
7 #include <Wire.h>
8 #endif
9
10 #ifdef HIMAX_SHT20
11 bool uFire_SHT20::begin()
12 {
13     return connected();
14 }
15 #else
16 bool uFire_SHT20::begin(uint8_t resolution, u
17 {
18     _address = address;
19     _resolution = resolution;
20     _i2cPort = &wirePort;
21
22
23     return connected();
24 }
```

C++ 原始檔案
uFire_SHT20.cpp

```
10 #endif
17
18 #include "Wire.h"
19 #include <SPI.h>
20
21 #if defined(ARDUINO_ARCH_SAMD)
22 #define Serial SerialUSB
23 #endif
24 #endif
25
26
27
28 #define SHT20_I2C           0x40
29 #define SHT20_TEMP         0xF3
30 #define SHT20_HUMID        0xF5
31 #define SHT20_WRITE_USER_REG 0xE6
32 #define SHT20_READ_USER_REG 0xE7
33 #define SHT20_RESET        0xFE
34 #define _DISABLE_ONCHIP_HEATER 0b00000000
35 #define _ENABLE_OTP_RELOAD  0b00000000
36 #define _DISABLE_OTP_RELOAD 0b00000010
37 #define _RESERVED_BITMASK   0b00111000
38 #define SOFT_RESET_DELAY    20
39 #define TEMPERATURE_DELAY   100
```

標頭檔
uFire_SHT20.h

3-4 元件程式和主程式介紹

判斷是否為寵物後亮燈的函式

Ai模型設定有三個類別，
最後一個類別設定為寵物，
前兩個類別使用者可自訂

判斷為寵物時亮綠燈

判斷為非寵物類別時亮紅燈

```
116 unsigned long RespondToDetection(int8_t *score)
117 {
118     // get the index with the highest score
119     int maxindex = 0;
120     int maxvalue = -128;
121     for (int i = 0; i < 3; i++)
122     {
123         if (score[i] > maxvalue)
124         {
125             maxvalue = score[i];
126             maxindex = i;
127         }
128     }
129     hx_drv_uart_print("[Human] %d, [None] %d [Cat] %d \n", score[0], score[1], score[2]);
130
131     uint32_t cat;
132     if (maxindex == 2) {
133         hx_drv_led_on(HX_DRV_LED_GREEN);
134         hx_drv_led_off(HX_DRV_LED_RED);
135         cat = 0;
136     } else {
137         hx_drv_led_on(HX_DRV_LED_RED);
138         hx_drv_led_off(HX_DRV_LED_GREEN);
139         cat = 1;
140     }
141     return cat;
142     // show the scores to UART
```

3-4 元件程式和主程式介紹

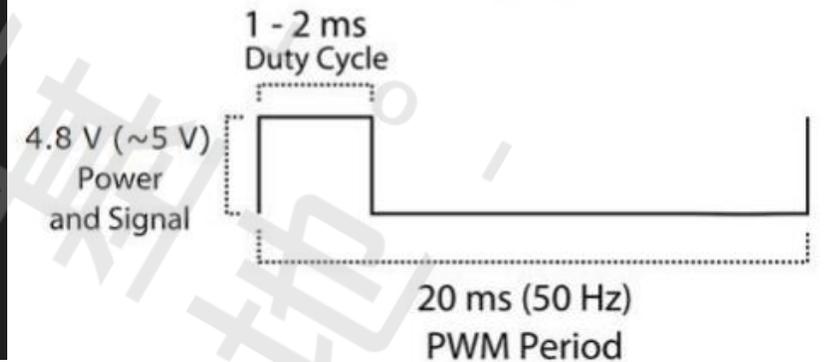
SG90 360度
連續旋轉舵機
轉動設定

```
52 unsigned long pingMotor()  
53 {  
54     uint32_t i = 0; n = 25;  
55     while(i<=n)  
56     {  
57         gpio_config.gpio_pin = HX_DRV_PGPIIO_2;  
58         gpio_config.gpio_data = 1;  
59         hx_drv_gpio_set(&gpio_config);  
60         hx_util_delay_ms(2);  
61  
62         gpio_config.gpio_pin = HX_DRV_PGPIIO_2;  
63         gpio_config.gpio_data = 0;  
64         hx_drv_gpio_set(&gpio_config);  
65         hx_util_delay_ms(18);  
66         hx_drv_uart_print("motor %d\n",i);  
67         i +=1;  
68     }  
69     return 0;  
70 }  
71 }
```

馬達旋轉時間

高電平訊號值以1.5ms為界，超過1.5ms以上逆時針轉，1.5ms以下順時針轉，訊號值相減1.5ms取絕對值越高，旋轉越快。

在此次案例中，高電平2 ms是設定為逆時針以最快速度旋轉



3-5 映像檔燒錄至WE-I Plus

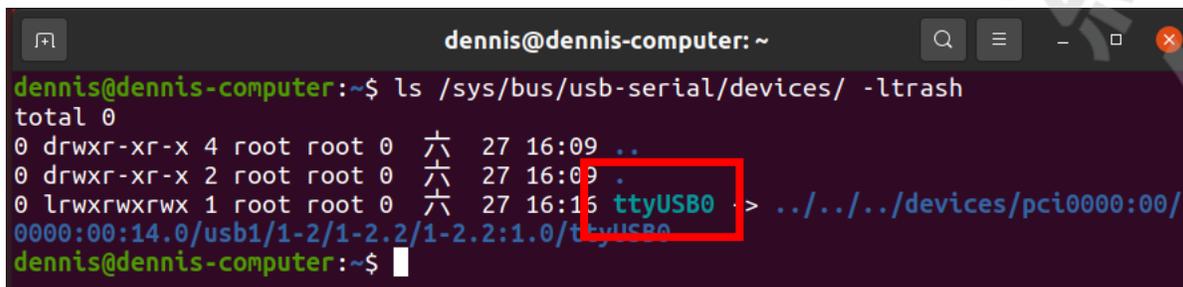
在3-3章中，我們已建立映像檔，接下來介紹如何將檔案燒錄進WE-I Plus中

連接WE-I Plus開發版

將Micro-USB充電傳輸線連上WE-I Plus後，
在終端機鍵入

```
$ ls /sys/bus/usb-serial/devices/ -ltrah
```

在右圖紅框處可看見我們的Device ID `ttyUSB0`



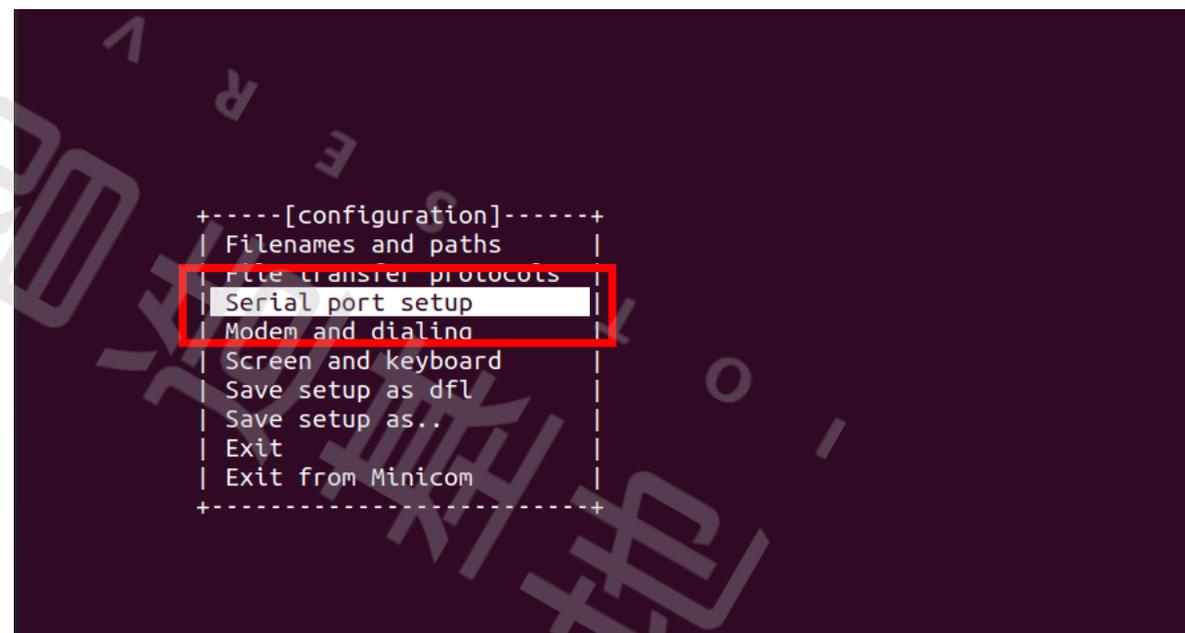
讀取設備ID

開啟minicom

於終端機鍵入

```
$ sudo minicom -s
```

用方向鍵下項選擇 Serial port setup
按Enter鍵進入



打開minicom畫面



3-5 映像檔燒錄至WE-I Plus

按下鍵盤A鍵設定名稱為我們的Device ID，
完成後按Enter鍵，
再按鍵盤F鍵把Yes改成No

```
dennis@dennis-computer: ~  
+-----+  
| A - Serial Device      : /dev/ttyUSB0  
| B - Lockfile Location  : /var/lock  
| C - Callin Program    :  
| D - Callout Program   :  
| E - Bps/Par/Bits      : 115200 8N1  
| F - Hardware Flow Control : No  
| G - Software Flow Control : No  
+-----+  
Change which setting? |  
+-----+  
| Screen and keyboard |  
| Save setup as dfl   |  
| Save setup as..    |  
| Exit                |  
| Exit from Minicom  |  
+-----+
```

更改完成後，按Esc退出，回到一開始
打開的畫面後再按一次Esc，會顯示
minicom版本以及連接的Device ID

```
dennis@dennis-computer: ~  
Welcome to minicom 2.7.1  
  
OPTIONS: I18n  
Compiled on Dec 23 2019, 02:06:26.  
Port /dev/ttyUSB0, 16:14:51  
  
Press CTRL-A Z for help on special keys
```

3-5 映像檔燒錄至WE-I Plus

按WE-I Plus板子上的reset鍵+任意鍵
會出現0和1的選項，我們按數字1鍵後
會跑出一連串字母C



```
dennis@dennis-computer: ~  
-----  
[0] return to bootup  
[1] Xmodem download and burn FW image  
-----  
  
Himax WEI Boot loader  
-----  
  
embARC Build Time: Jan  4 2021, 13:44:14  
Compiler Version: Metaware, 4.2.1 Compatible Clang 8.0.1  
Boot loader Version : 1.4.4 (Date:Jan  4 2021)  
chip version : 0x8535a1  
cpu speed : 400000000 hz  
spi speed : 50000000 hz  
wake up evt:4  
-----  
[0] return to bootup  
[1] Xmodem download and burn FW image  
-----  
  
Send data using the xmodem protocol from your terminal  
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
```

```
dennis@dennis-computer: ~  
[1] Xmodem download and burn FW image  
-----  
Send data using the xmodem protocol from your terminal  
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC  
Himax WEI Boot loader  +-[Upload]--+  
-----+-----  
| zmodem |  
| ymodem |  
| xmodem |  
-----+-----  
embARC Build Time: Jan  4 2021, 13:44:14  
Compiler Version: Metaware, 4.2.1 Compatible Clang 8.0.1  
Boot loader Version : 1.4.4 (Date:Jan  4 2021)  
chip version : 0x8535a1  
cpu speed : 400000000 hz  
spi speed : 50000000 hz  
wake up evt:4  
-----  
[0] return to bootup  
[1] Xmodem download and burn FW image  
-----  
  
Send data using the xmodem protocol from your terminal  
CTRL-A Z for help | 115200 8N1 | NOR | Minicom 2.7.1 | VT102 | Offline | tyUSB0
```



接著Ctrl+A後 按下S鍵 跳出選項
按方向鍵向下選到xmodem
再按Enter鍵進入

3-5 映像檔燒錄至WE-I Plus

```
dennis@dennis-computer: ~
US100
i2+-----[Select a file for upload]-----+
AB|Directory: /home/dennis/edge-impulse/scenario_app/edgeimpulse-example
i2| [..]
AB| [edge-impulse-sdk]
--| [tflite-model]
H| Makefile
H| edgeimpulse_example.elf
edgeimpulse_example.img
em| hx_example_utils.h
Co| main.cc
Bo| main.o
ch| memory.map
cp| uFire_SHT20.cpp
sp| uFire_SHT20.h
wa| uFire_SHT20.o
--|
[0]
[1]          ( Escape to exit, Space to tag )
-----+
[Goto] [Prev] [Show] [Tag] [Untag] [Okay]
Send data using the xmodem protocol from your terminal
CTRL-A Z for help | 115200 8N1 | NOR | Minicom 2.7.1 | VT102 | Offline | tyUSB0
```

進入路徑，按方向鍵下到映像檔位置，按空白鍵
 選取後，再按Enter鍵開始下載

```
dennis@dennis-computer: ~
US100
i2c_mst_err_ISR_proc int:0x40 msk:0x42 raw:0x550, abt:0x1
ABRT_7B_ADDR_NOACK
i2c_mst_err_ISR_proc int:0x40 msk:0x46 raw:0x750, abt:0x800001
ABRT_7B_ADDR_NOACK
-----+
Hima: WE+-----[xmodem upload - Press CTRL-C to quit]-----+
-----|Sending edgeimpulse_example.img, 7910 blocks: Give your local|
| XMODEM receive command now.
embARC Bu|Xmodem sectors/kbytes sent: 361/45kRetry 0: NAK on sector
Compiet |Xmodem sectors/kbytes sent: 984/123k
Boot load|
chip vers|
cpu speed|
spi speed+-----+
wake up evt:4
-----+
[0] return to bootup
[1] Xmodem download and burn FW image
-----+
Send data using the xmodem protocol from your terminal
CTRL-A Z for help | 115200 8N1 | NOR | Minicom 2.7.1 | VT102 | Offline | tyUSB0
```

透過xmodem下載中的畫面

3-5 映像檔燒錄至WE-I Plus

```
dennis@dennis-computer: ~  
US100  
i2c_mst_err_ISR_proc int:0x40 msk:0x42 raw:0x550, abt:0x1  
ABRT_7B_ADDR_NOACK  
i2c_mst_err_ISR_proc int:0x40 msk:0x46 raw:0x750, abt:0x800001  
ABRT_7B_ADDR_NOACK  
-----  
Himax WE+-----[xmodem upload - Press CTRL-C to quit]-----+  
-----|Xmodem sectors/kbytes sent: 5724/715kRetry 0: NAK on sector |  
-----|Xmodem sectors/kbytes sent: 6394/799kRetry 0: NAK on sector |  
embARC Bu|Bytes Sent:1012480 BPS:7991  
Compiler |  
Boot load|Transfer complete  
chip vers|  
cpu speed| READY: press any key to continue...  
spi speed+-----+  
wake up evt:4  
-----  
[0] return to bootup  
[1] Xmodem download and burn FW image  
-----  
Send data using the xmodem protocol from your terminal  
CTRL-A Z for help | 115200 8N1 | NOR | Minicom 2.7.1 | VT102 | Offline | tyUSB0
```

顯示下載完畢後按任意鍵，再按下WE-I Plus板子上的reset鍵

```
dennis@dennis-computer: ~  
[Human] -14, [None] -107 [Cat] -7  
is cat ? :0  
[Human] 84, [None] -119 [Cat] -93  
is cat ? :1  
-----  
Himax WEI Boot loader  
-----  
embARC Build Time: Jan 4 2021, 13:44:14  
Compiler Version: Metaware, 4.2.1 Compatible Clang 8.0.1  
Boot loader Version : 1.4.4 (Date:Jan 4 2021)  
chip version : 0x8535a1  
cpu speed : 400000000 hz  
spi speed : 50000000 hz  
wake up evt:4  
...secure lib version = 352380df9a347b1187d2361bfcd4455178a1ebcb  
1st APPLICATION addr[3]=21000 (main-1966)  
Bootloader Done !!!!!  
-----  
jump to app FW : 0x10000004  
SHT20  
US100  
Humidity: 66 %, Temperature: 32 C  
Distance: 11 cm
```

確實連接我們的感測器後，就可看在終端機上看見板子回傳的數值



第四章 成果演示

4-1 餵食器規格

4-2. 感測器使用

4-3. AI辨識及馬達轉動

4-4. 合照





4-1. 餵食器規格

左側白色盒子規格
高: 7.5 公分
寬: 5.5公分
深: 8.5 公分

左側白色盒子裝有
WE-I Plus
、線路以及麵包版

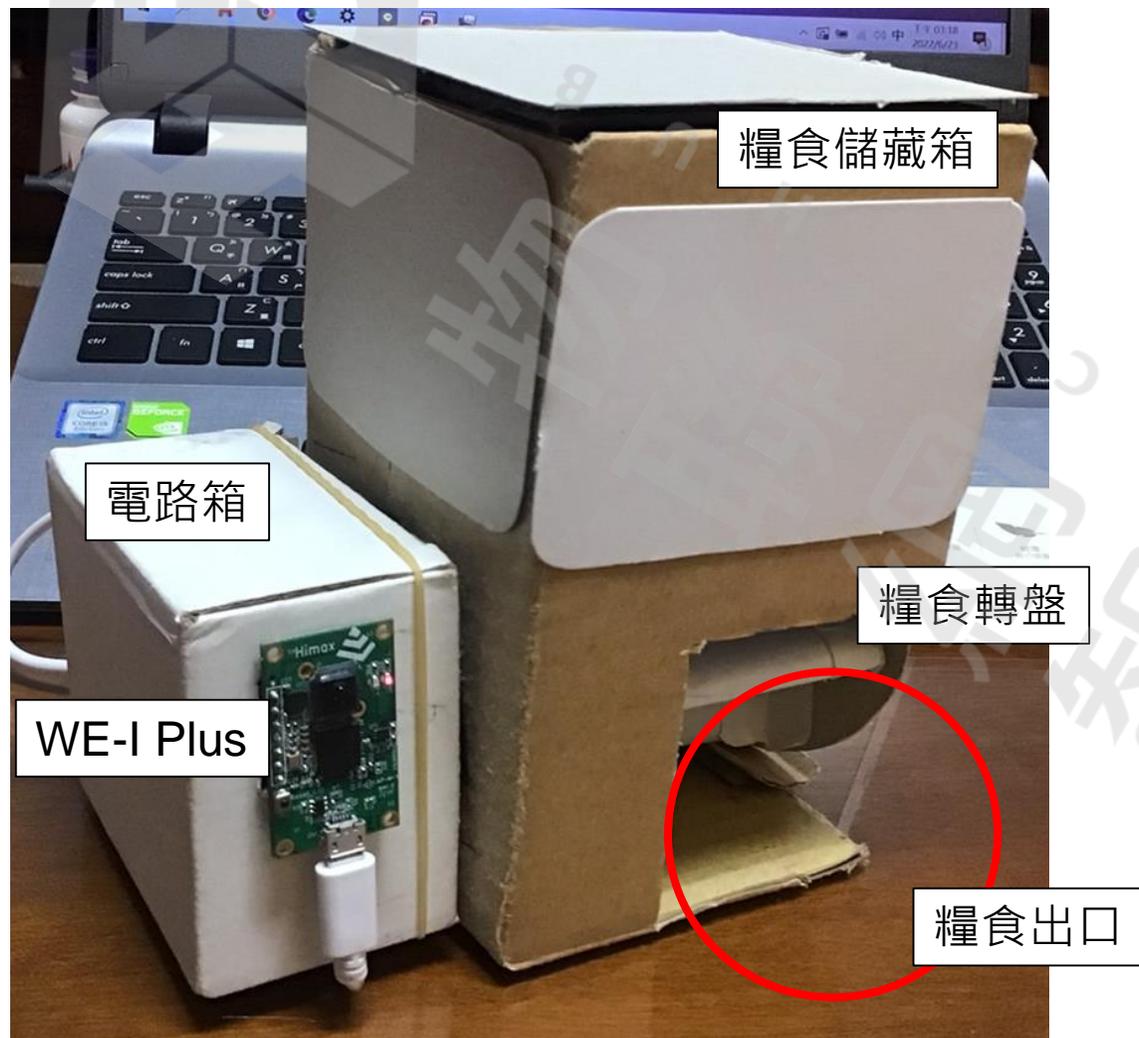


儲藏箱規格
高: 5 公分
寬: 9 公分
深: 10 公分

右側卡其色盒子規格
高: 15 公分
寬: 9 公分
深: 11 公分

右側卡其色盒子裝有糧食儲藏箱、電池、馬達、感測器以及糧食轉盤，若有需要使用者可自行將儲存箱替換加高、加大

4-1. 餵食器規格

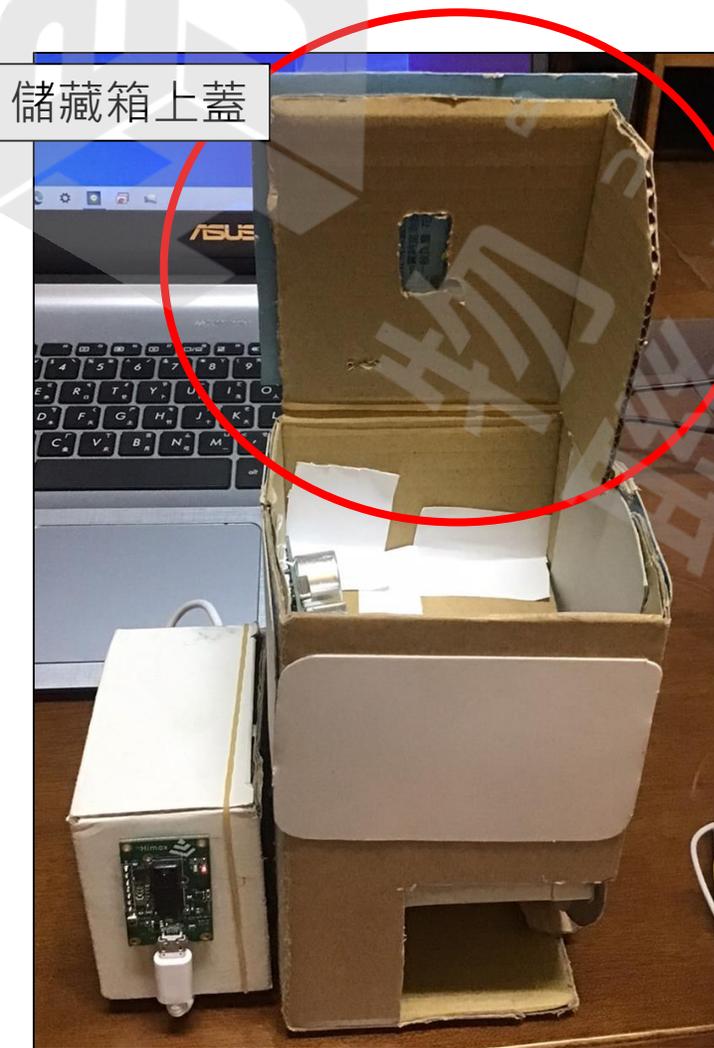


正面



背面

4-1. 餵食器規格



內部構造 感測器位置

4-2. 感測器使用



糧食滿位時會遮擋住超音波感測器
，測得距離短



糧食用完時超音波感測器測得距離為
其位置到壁面的距離(此儲藏箱大約7cm)
，便開啟燈號提醒使用者

4-3. AI辨識及馬達轉動



攝影機照向背景時 模型辨識為非寵物亮紅燈

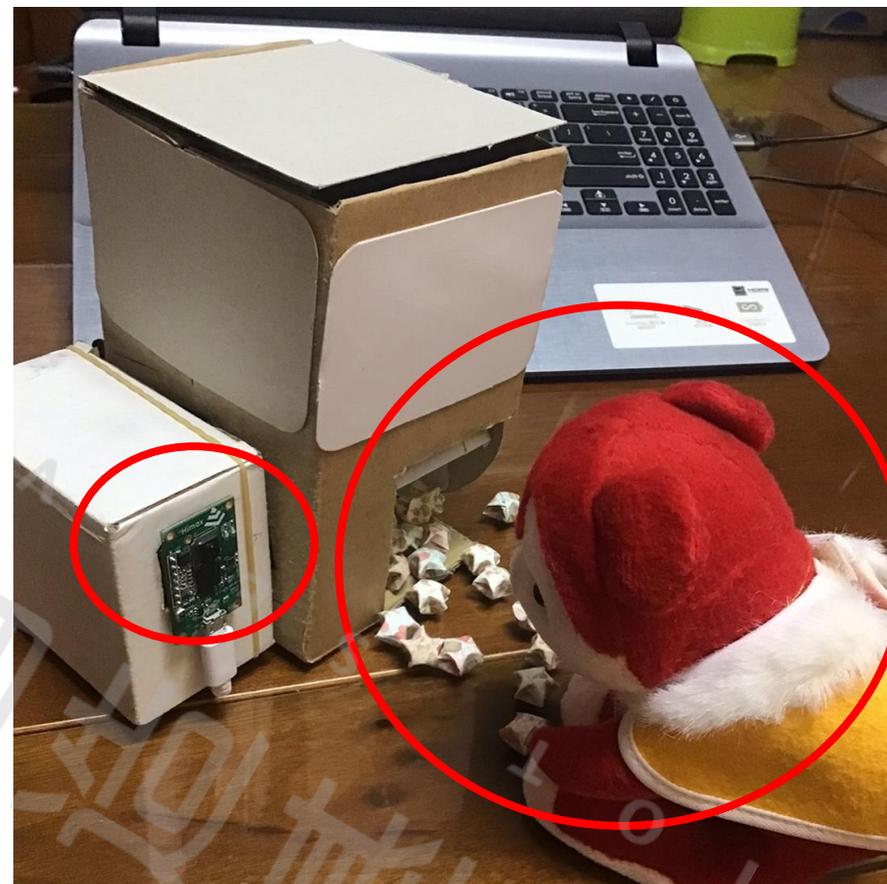


辨識結果是寵物時亮綠燈(寵物以布偶代替)

4-3. AI辨識及馬達轉動

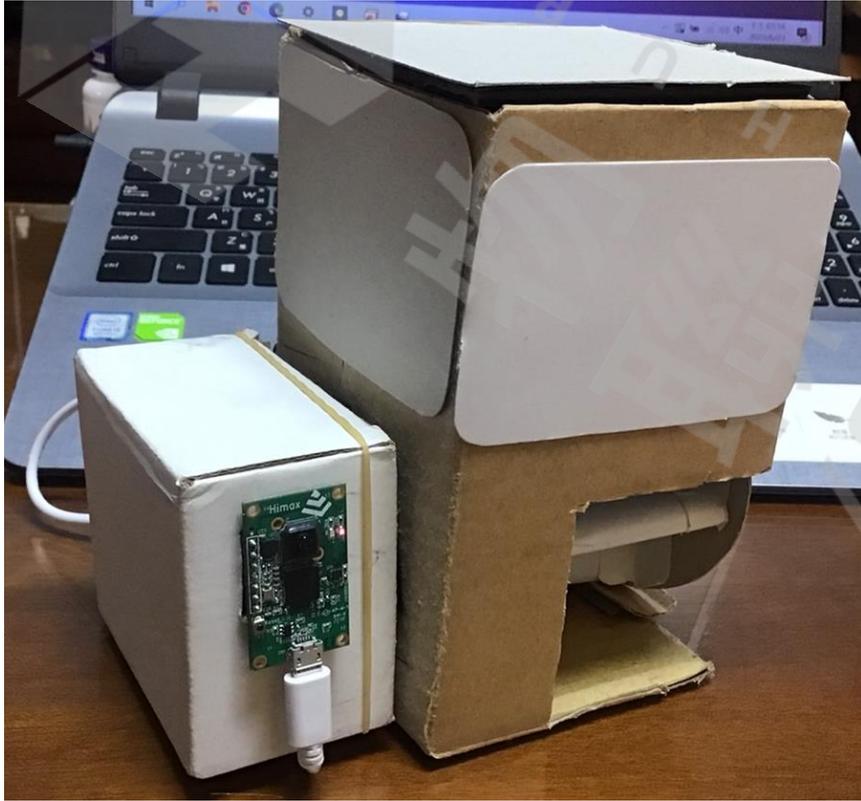


辨識寵物計算中

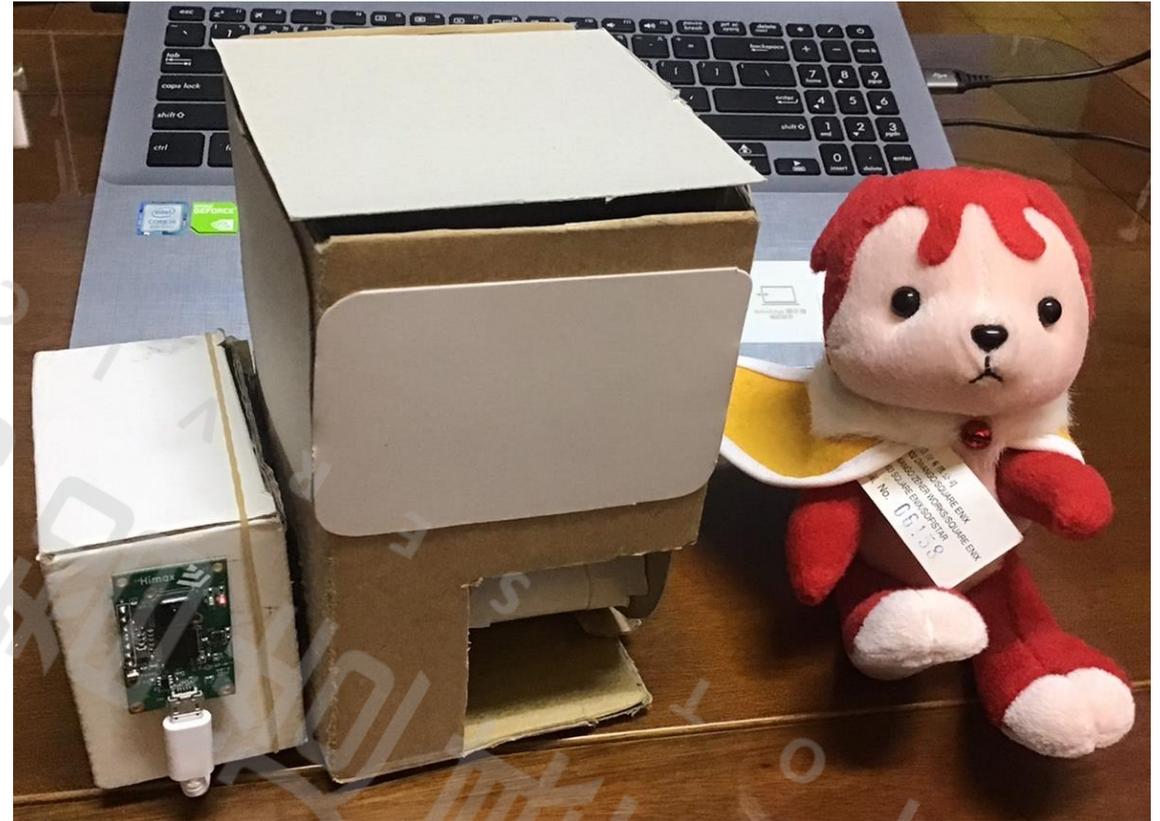


馬達轉動掉落食物 燈號熄滅待機

4-4.合照



餵食器



寵物和餵食器

影片介紹網址: https://youtu.be/0u_gFYxitak



附錄

附錄A 訓練模型的照片資源

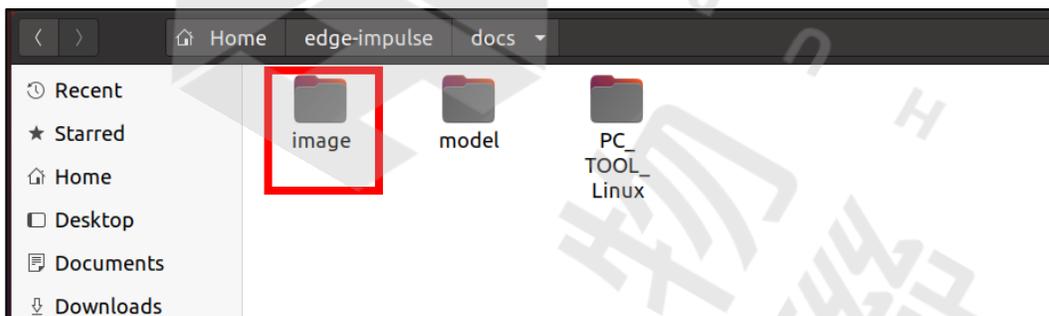
附錄B PC TOOL的使用

附錄C 訓練好的模型C++ Library及燒錄檔

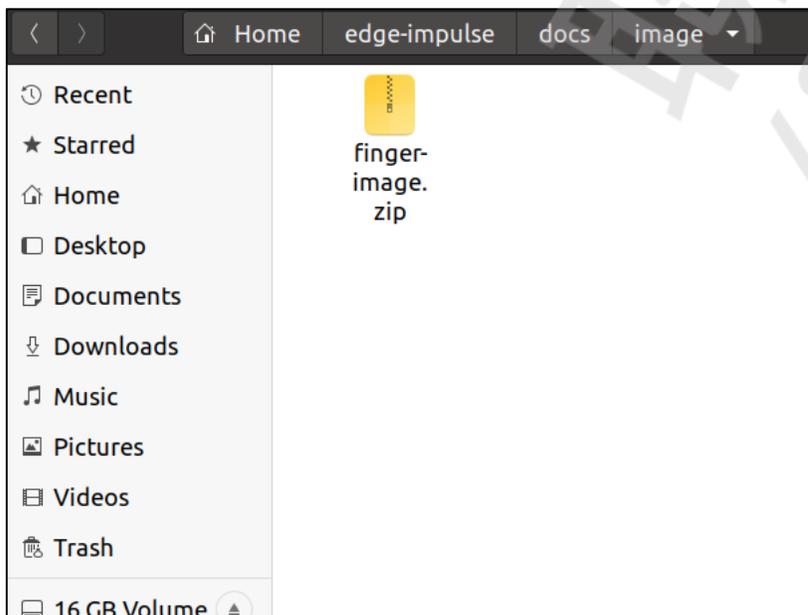


附錄A 訓練模型的照片資源

提供模型訓練的數據圖片，因應測試者沒有設計者手邊的玩偶，為求測試方便，以手指比1替代是寵物，手指比2和3代表使用者或是背景 方便測試者訓練模型和使用。

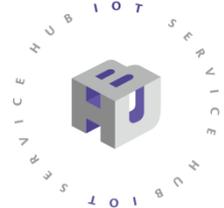


← 從3-3章下載的程式碼中，開啟docs/image



使用手勢辨識時盡量將手處於背景簡潔的地方，如素色牆壁，方便模型辨識。

解壓縮檔案後 即可看到編號1 2 3的資料夾內若干手勢圖片



附錄B PC TOOL的使用

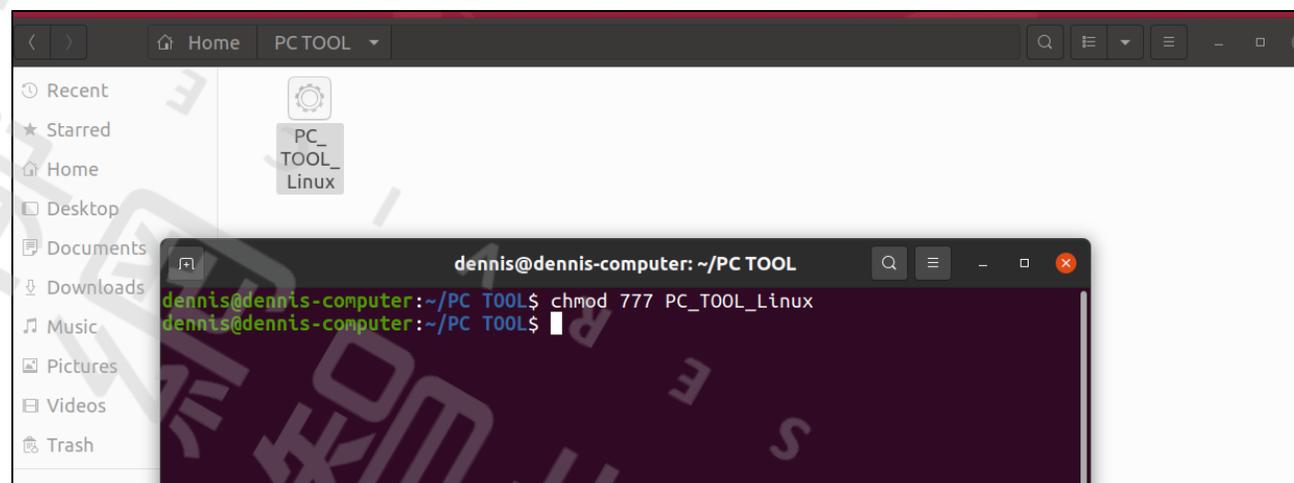
使用PC_TOOL 軟體可以用WE-I Plus對欲辨識的物體進行快速取樣，
將介紹如何從PCTOOL擷取待訓練的數據圖像

PC_TOOL Linux 下載網址: https://github.com/HimaxWiseEyePlus/WE_I_Plus_User_Examples/releases/download/v1.0/PC_TOOL_Linux

下載完後在所屬的資料夾中的終端機輸入

```
$ chmod 777 PC_TOOL_Linux
```

給予權限

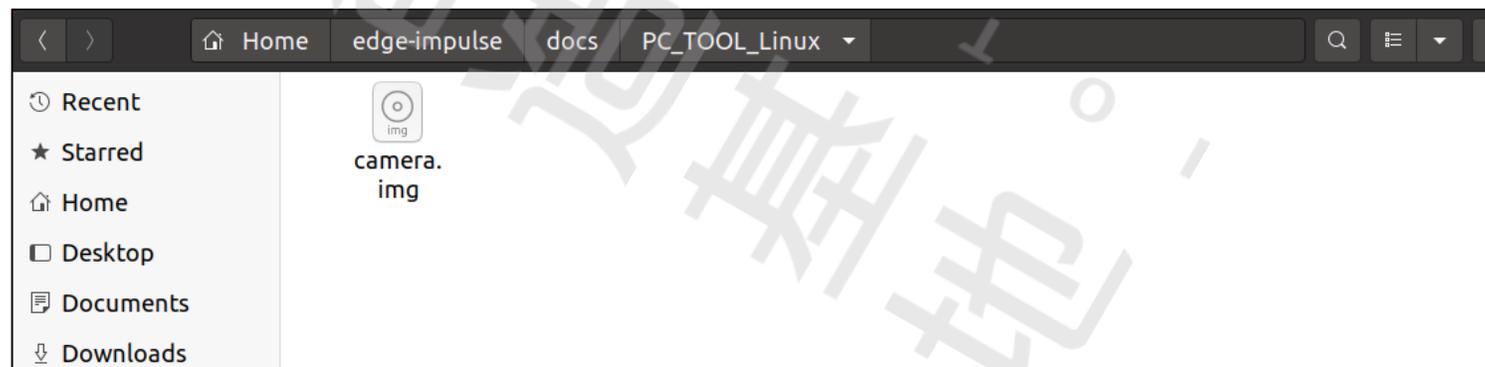


從3-3章下載的程式碼中，開啟

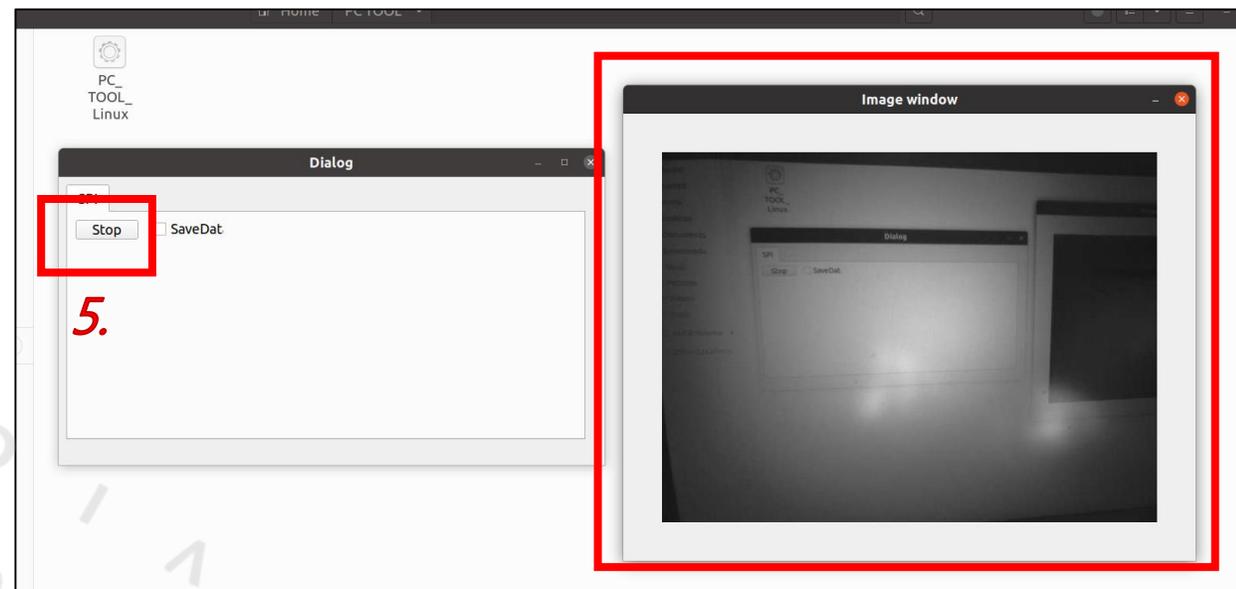
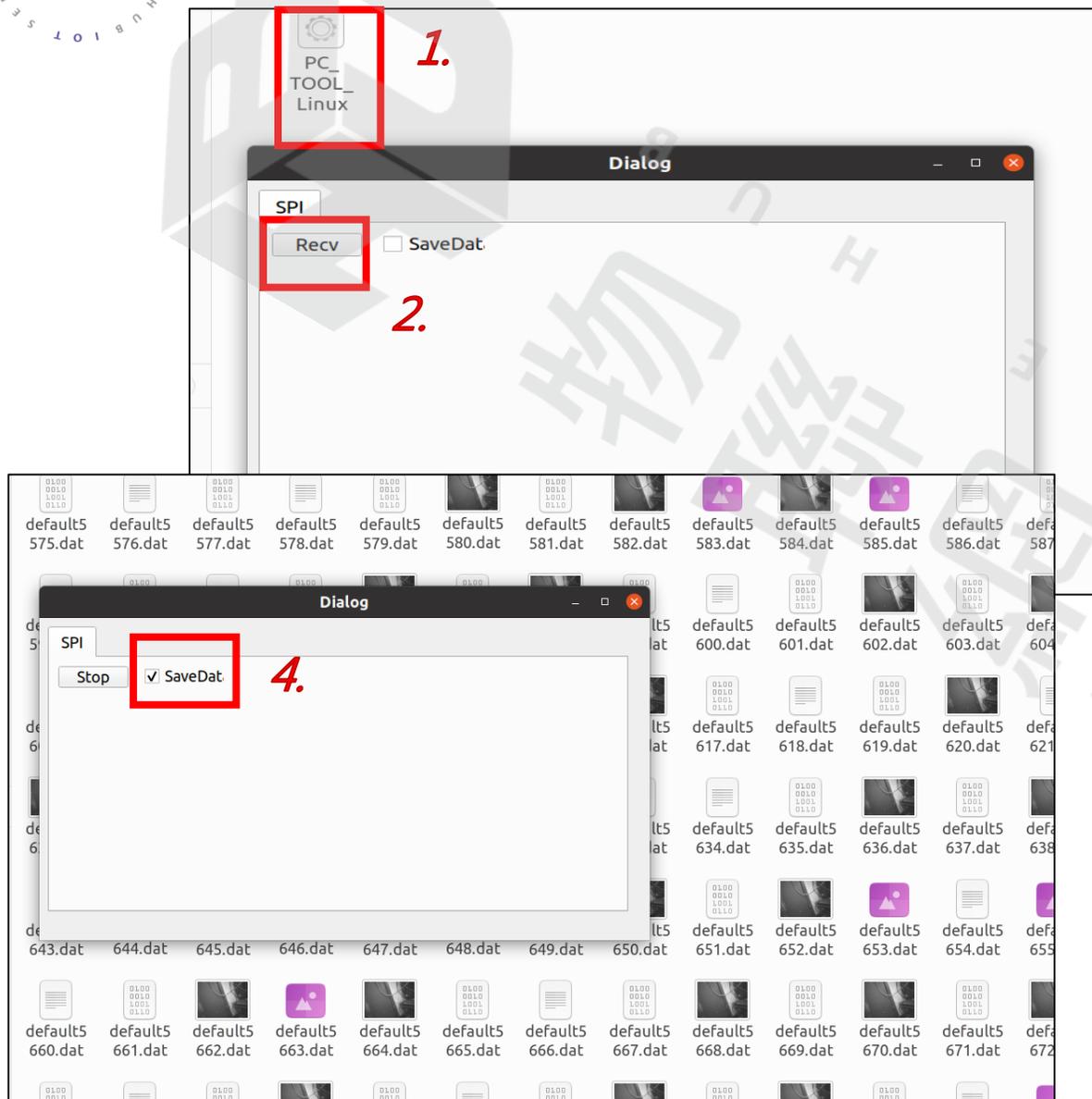
docs/PC_TOOL_Linux的camera.img

將檔案燒錄在WE-I Plus 中

供我們將WE-I Plus 的影像回傳給電腦



附錄B PC TOOL的使用

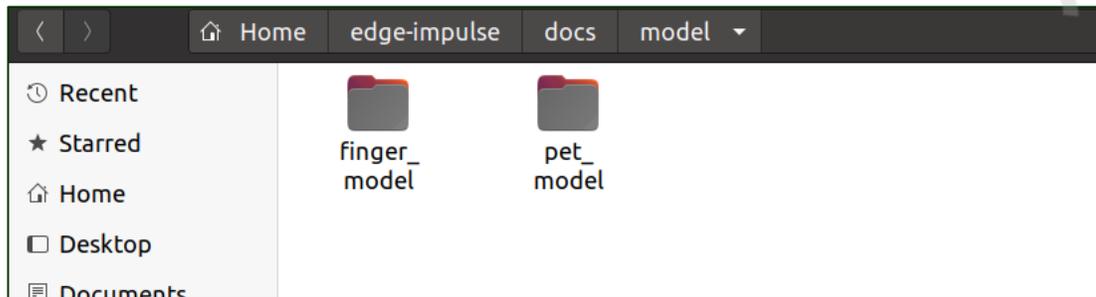
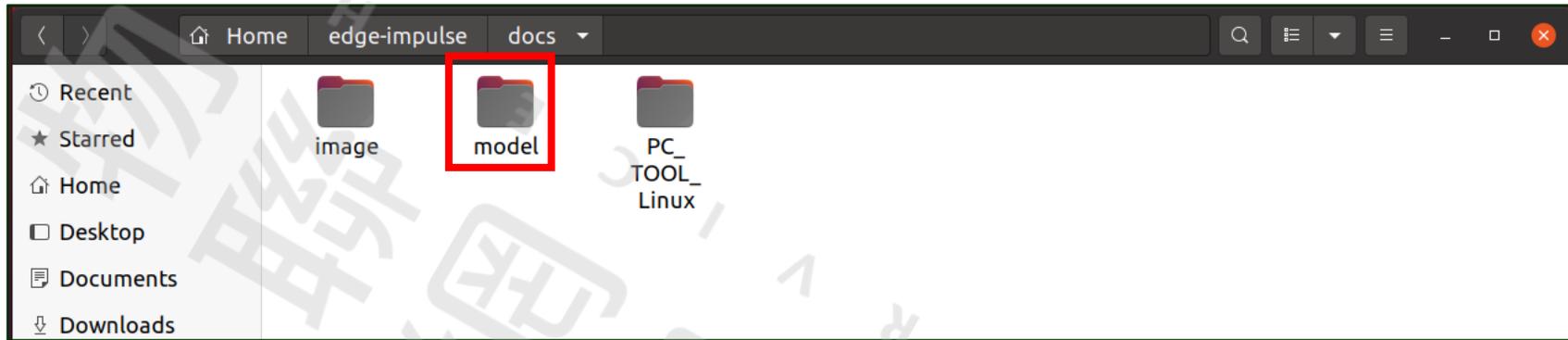


1. 點擊開通權限的PC_TOOL_Linux
2. 點選Recv 開始抓取
3. 可從跳出的image window 視窗查看目前WE-I Plus回傳影像
4. 點選Stop 則停止抓取照片
5. 打勾SaveDat即可將照片儲存至資料夾中，用來當作模型訓練的數據圖片

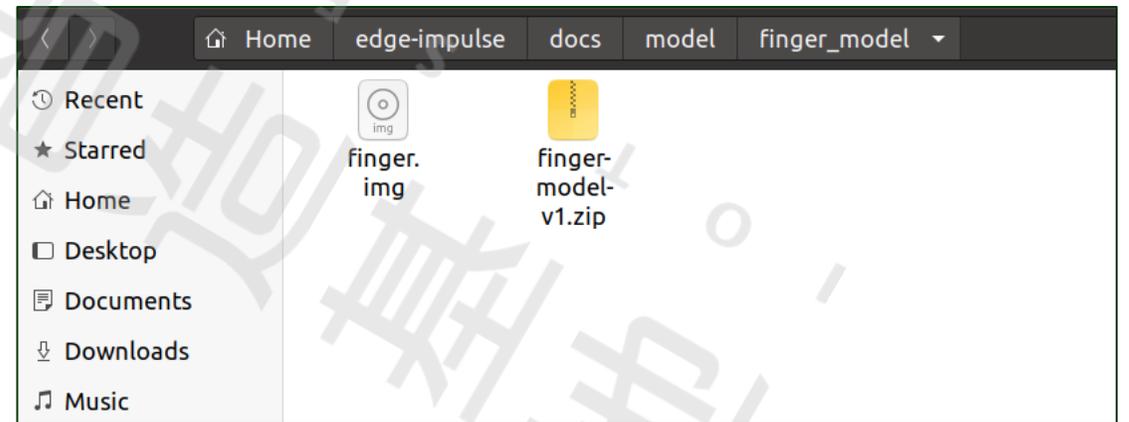


附錄C 訓練好的模型C++ Library及燒錄檔

從3-3章下載的程式碼中，開啟docs/model 裡面放有寵物模型以及手指模型的edge-impulse的C++ Library 檔案和燒錄檔



模型分類



燒錄檔以及C++ Library



更多
國產IC解決方案




Thank you



物聯網智造基地