

# 2021 Synopsys ARC 盃 AIoT 設計應用競賽 決賽作品

作品標題- Visual-Based Voice Alert System for the Visually Impaired

報告人- Vision Studio

2021/07/24



# 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

# 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

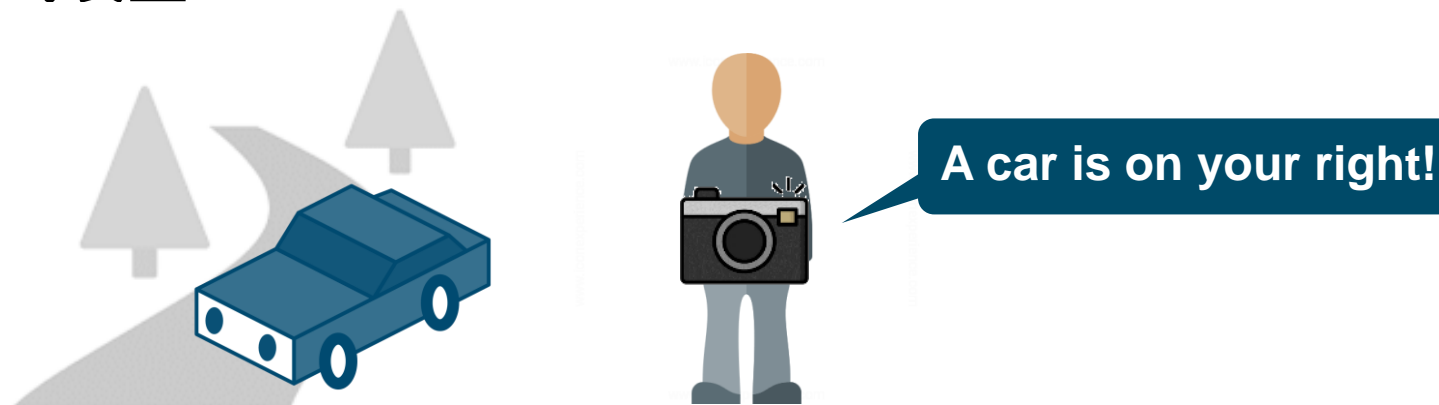
# 作品概述

- 一組**為視障者輔助所設計之語音警示系統**

- 在行動中監測視野內的物體（如人、車等）並即時透過語音告知使用者
- 如遇跌倒、碰撞等突發危險狀況，以語音系統求救

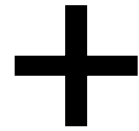
- 作品特點

- 採人工智慧之**物件偵測技術**，不僅判斷物體類型，更進一步區分位置
- 完整整合**相機、人工智慧、危險狀況偵測**並做出**語音警示或求救**
- 實現**即時運算的可攜帶式裝置**

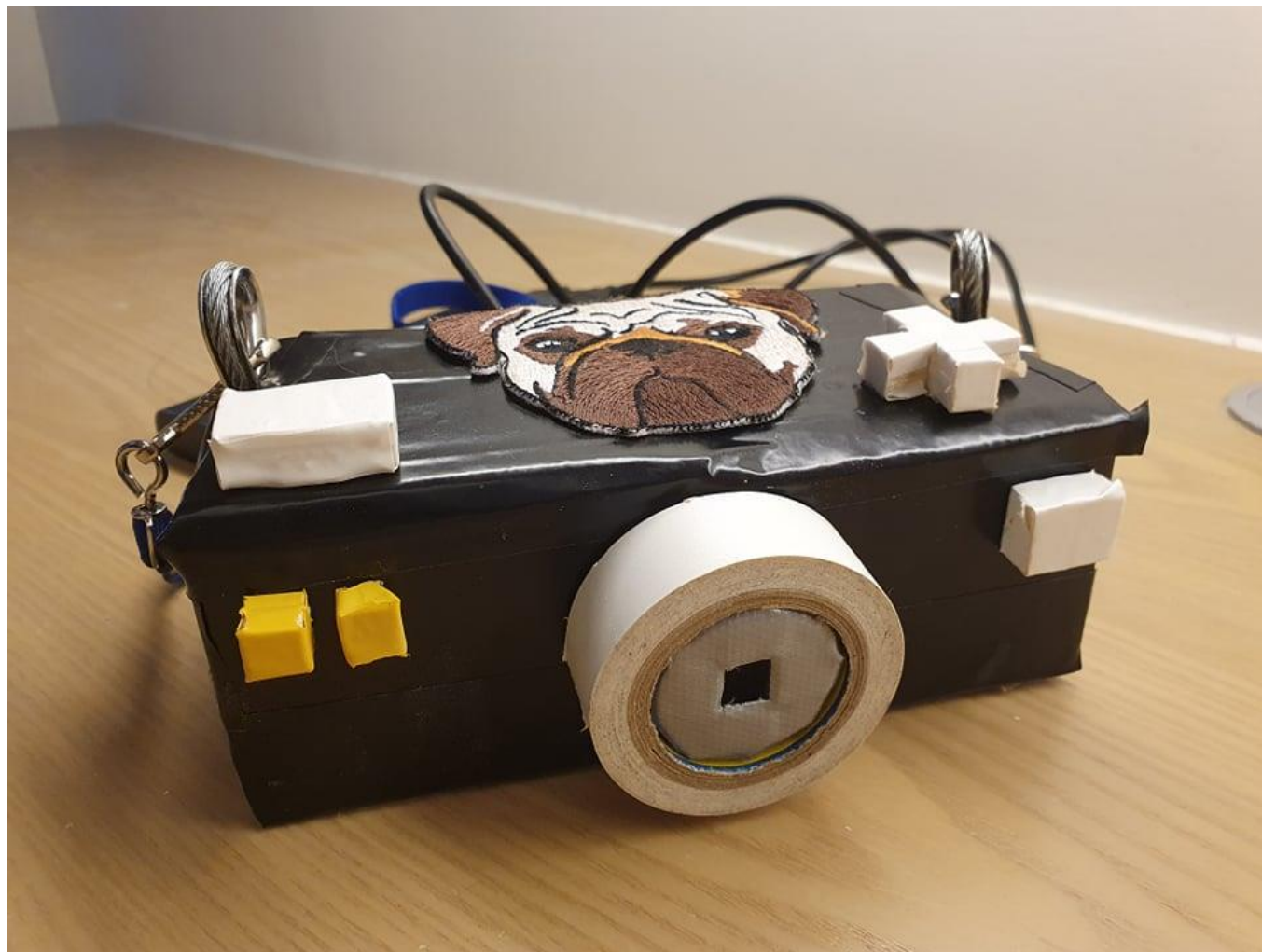


# 作品概述

- 使用結合Google TensorFlow Lite for Microcontrollers的**Himax WE-I Plus**開發板
- Synopsys ARC EM系列處理器達到低功耗的效果，提供更穩定持久的系統



# 作品概述



# 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

# 輕量化裝置上之物件偵測技術

- **難點**：複雜的物件偵測模型

- 物件偵測技術不僅要辨別物件種類，還要準確偵測位置
- 模型複雜、運算需求大、儲存空間需求大
- 難以於微控制器上實現

- **創新**：輕量化、符合應用需求的模型設計

- 採用MobileNet形式的運算方法，大幅減低卷積層的參數量與運算量
- 成功判斷攝影機視野範圍內的人、車、腳踏車之方位



# 完整整合電腦視覺與語音警示

- **難點：**

- 在記憶體、運算能力有限的情形下，將整個系統整合進同一個開發板內中
- Himax WE-I Plus EVB並沒有提供音訊輸出接口
- GPIO接口無法達到高頻率，因此必須針對I2S介面做調整

- **創新：**

- 採用16-bit音訊格式，大幅減少所需記憶體，並與板子上的GPIO相容
- 透過GPIO將語音資料以I2S傳輸介面傳送到DAC模組，成功將音訊播放出來
- 採用標準3.5 mm立體聲接口，可以自由選擇播放介面（耳機或喇叭）

# 達成即時運算、可攜帶式之低功耗系統

- **難點：**

- 因為此作品為穿戴式裝置，必須具有輕量與省電的特性
- 要達到輕量化，必須將資料處理集中在有限的資源上

- **創新：**

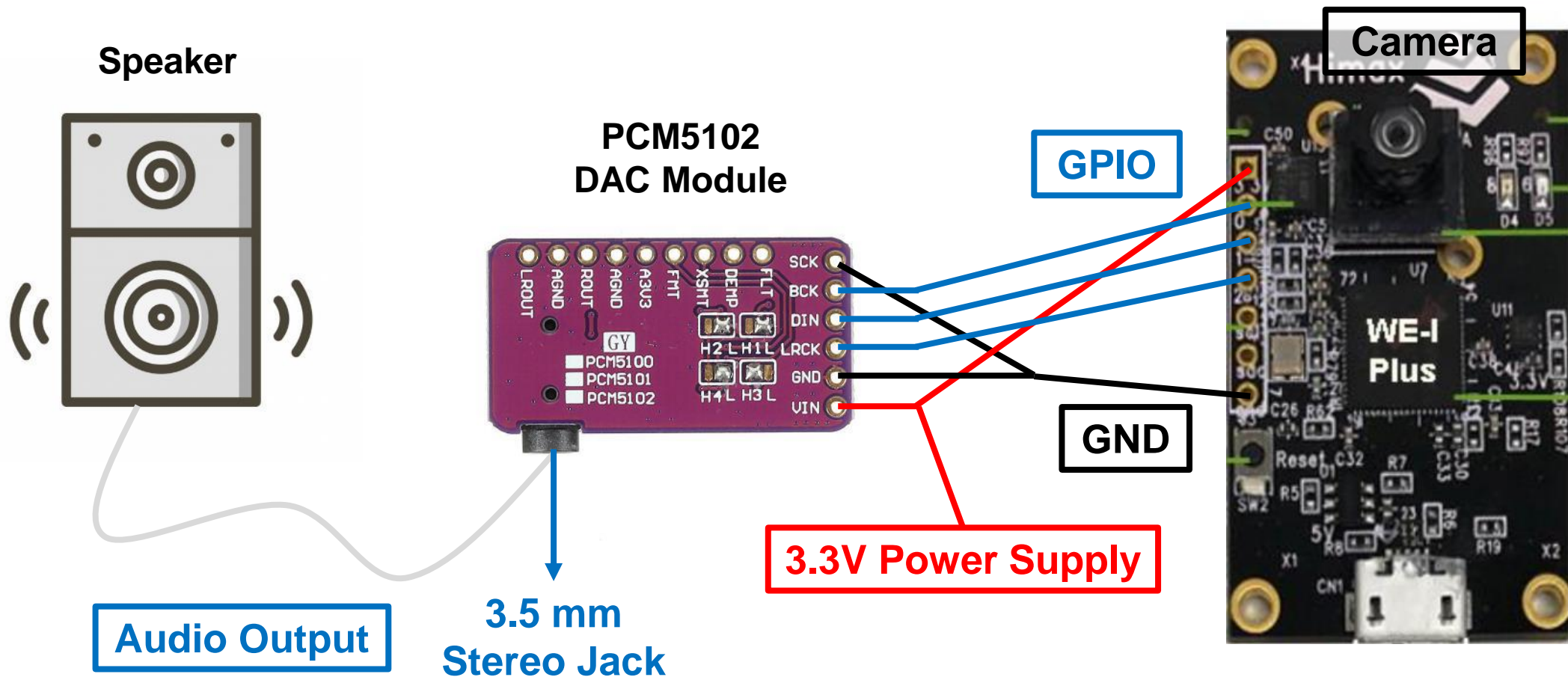
- 沒有另外串接其他MCU，將運算集中在Himax開發板上
- 整體架構僅有Himax WE-I Plus EVB與DAC模組，達到輕量化與省電化
- 不須串接電腦，只要提供5V電源便可穩定運作

# 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

# 作品架構

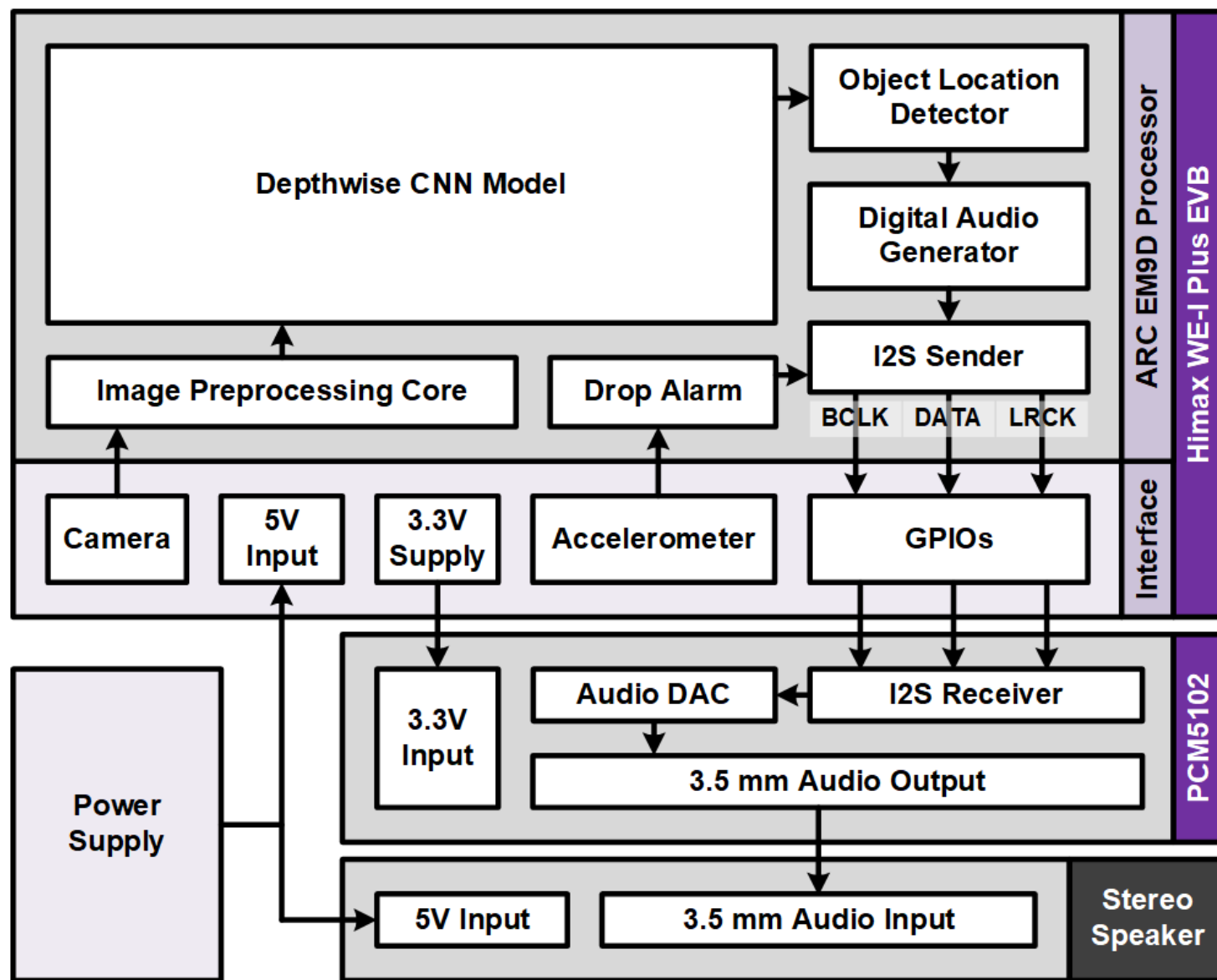
Himax WE-I Plus EVB



# 作品架構

鏡頭讀進來的照片會先加上定位資料，再通過我們寫的**物件偵測模型**後進行物體位置判斷，判斷完成後會透過**音訊控制器**產生出所需的音訊資料，傳送給**I2S模擬器**，再透過板子上的**GPIO**傳給**DAC**模組。

# 作品架構



# 物件偵測模型

- 採人工智慧之物件偵測技術
  - 不僅判別物件種類，還需進一步判斷位置
  - 模型複雜，運算量與記憶體需求大
- 精簡類神經網路: **MobileNet**形式之模型架構
  - Depthwise Convolution: 大幅降低參數量、運算量
  - Global Average Pooling: 減少瓶頸之運算量、避免過擬合

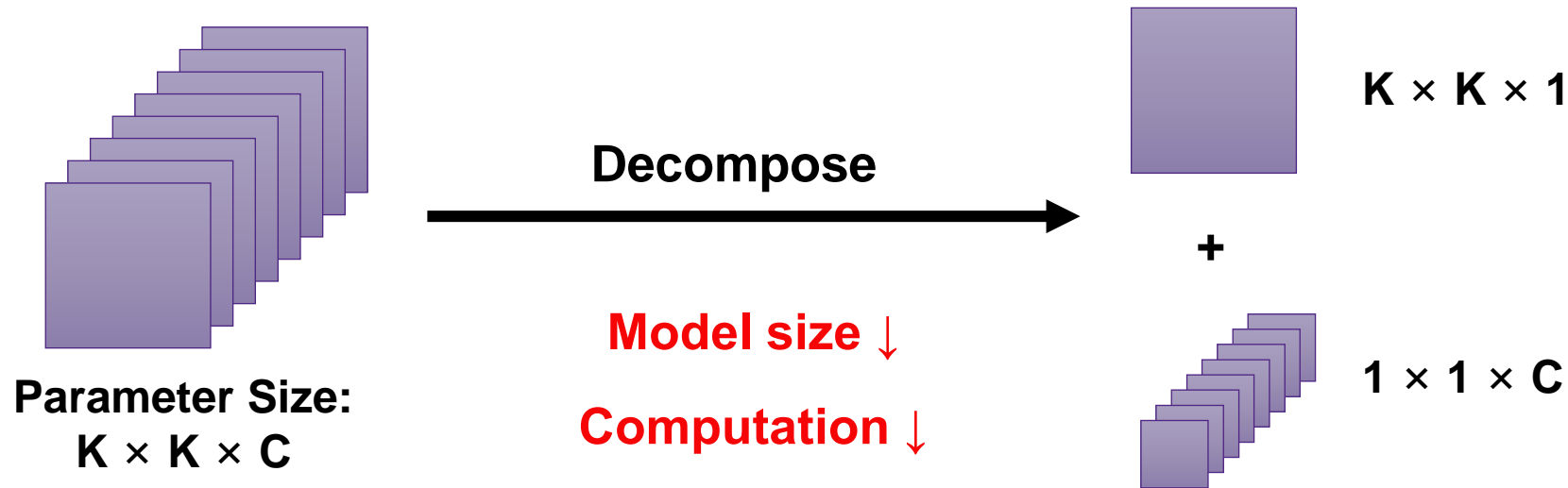
# 物件偵測模型 – Demo Video





# 類神經網路設計 – Depthwise Convolution

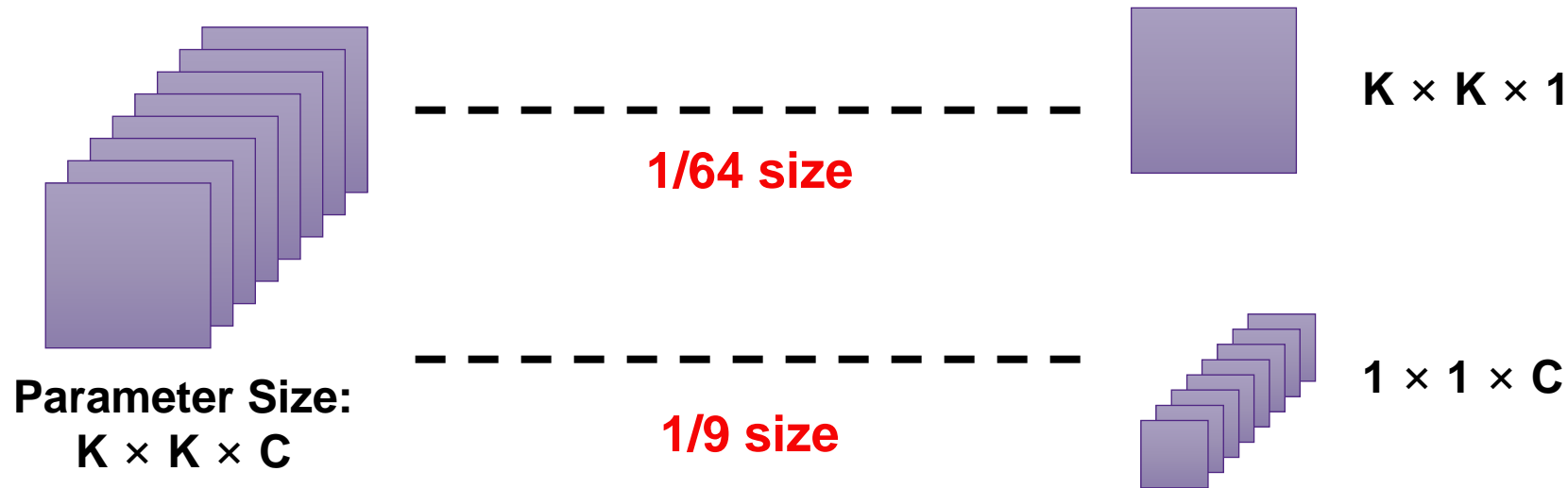
- 以高效率的**Depthwise Convolution**取代一般的Convolution (CONV)
  - 將一般的CONV簡化分解為Depthwise CONV + Pointwise CONV
  - 降低82%模型參數量
  - 估計可降低84%的MAC(乘加運算)數量



# 類神經網路設計 – Depthwise Convolution

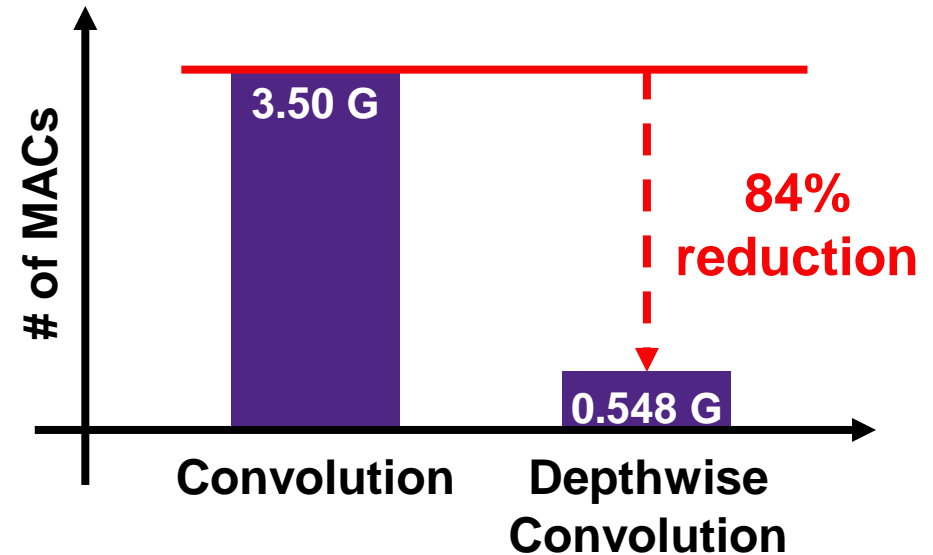
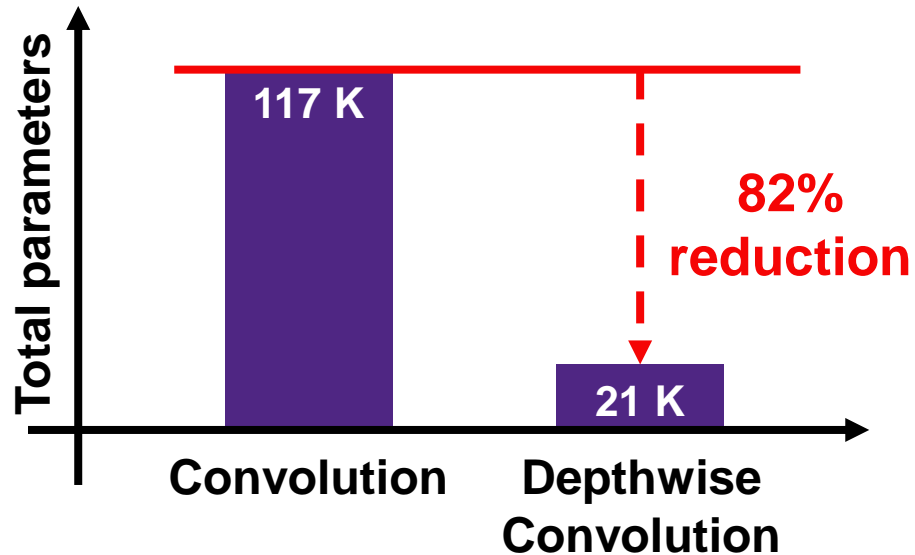
- 以高效率的**Depthwise Convolution**取代一般的Convolution (CONV)
  - 將一般的CONV簡化分解為Depthwise CONV + Pointwise CONV
  - 降低82%模型參數量
  - 估計可降低84%的MAC(乘加運算)數量

**Example: K=3 C=64**



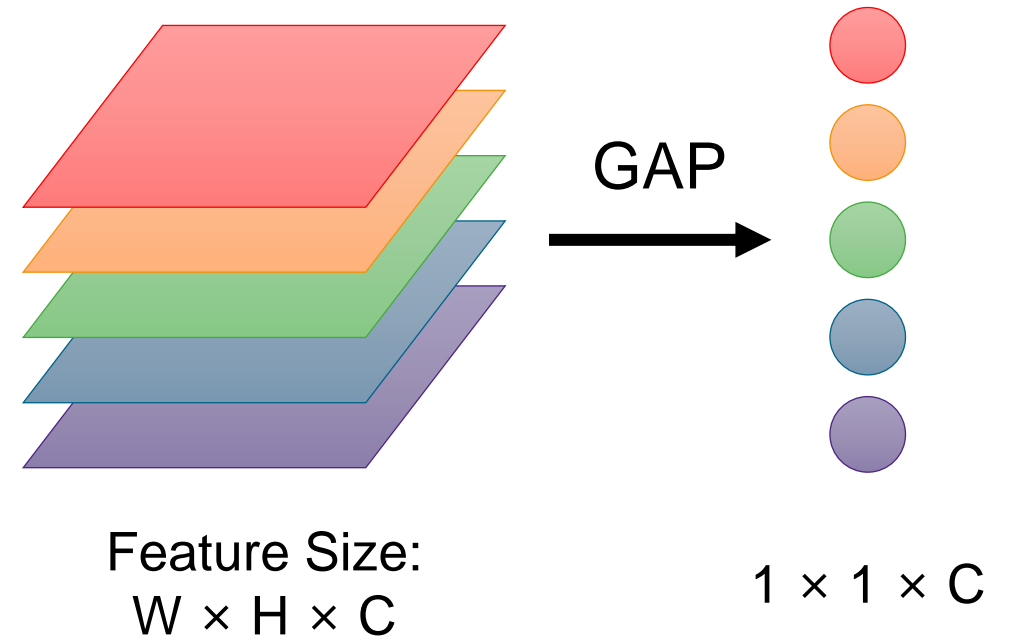
# 類神經網路設計 – Depthwise Convolution

- 以高效率的**Depthwise Convolution**取代一般的Convolution (CONV)
  - 將一般的CONV簡化分解為Depthwise CONV + Pointwise CONV
  - 降低82%模型參數量
  - 估計可降低84%的MAC(乘加運算)數量



# 類神經網路設計 – Global Average Pooling (GAP)

- 大幅減少運算，解決運算瓶頸
  - CNN設計有時易在第一層FC產生運算瓶頸
  - 硬體資源限制下，壓縮其他層之運算
  - GAP以平均代替FC計算，大幅減少運算量
- 可合理分配資源，顯著增加模型準確率
- 避免模型過擬合 (Overfitting)

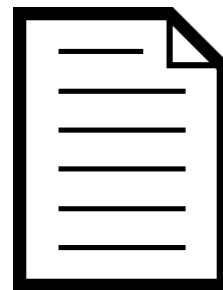


# 物件偵測模型成果

- 輕量化物件偵測模型
  - 成功偵測人、車等數種物件，並判定位置
  - 高效率之TensorFlow Lite 8-bit量化模型
- 成功整合進單一開發板
  - 模型大小與運算量符合硬體限制
  - 達成即時運算需求



Result:  
**Detected & Located**



Model Size:  
**140 KB**

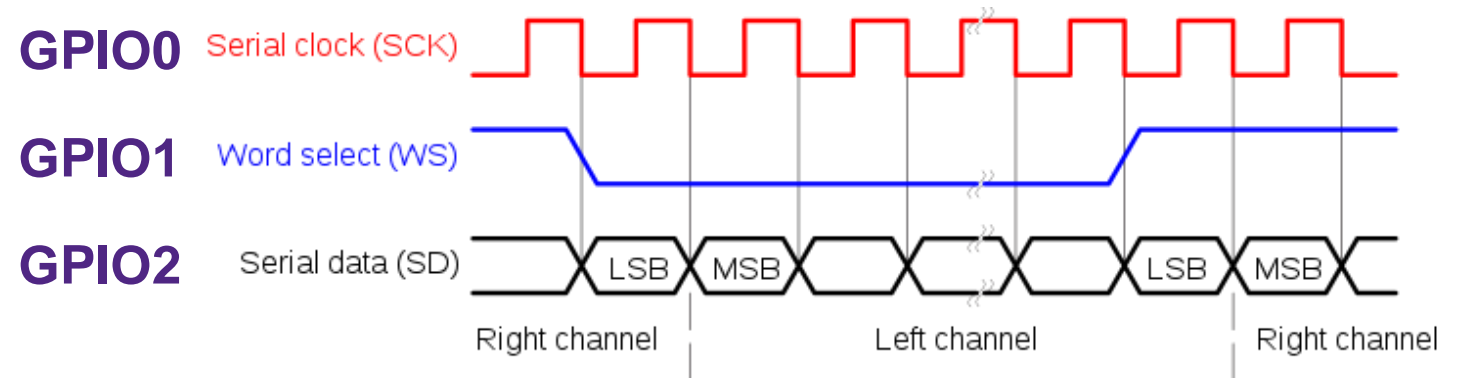


Inference Time:  
**0.16 s**

# 音訊傳輸 & I2S Protocol

- 因為Himax板子的GPIO無法達到高頻率傳輸，因此我們的音訊格式採用16-bit I2S的資料型態

- Channels: 1
- Sample rate: 8000 Hz
- Bits per Sample: 16



- 此格式才能符合Himax板子的規格
- 將數位音訊資料透過GPIO以I2S格式傳給PCM5102 DAC模組，轉換為類比音訊後即可透過3.5 mm立體聲接口聆聽

# 危險狀況偵測

- 透過Himax WE-I Plus的三軸偵測器，可以蒐集使用者的垂直加速度
- 當加速度超過正常範圍的時候，將會啟動應變機制，透過音訊模組廣播求救信號
- 因此如果出現跌倒或猛力碰撞等狀況，可以透過此裝置達到及時求救的功能

# Agenda

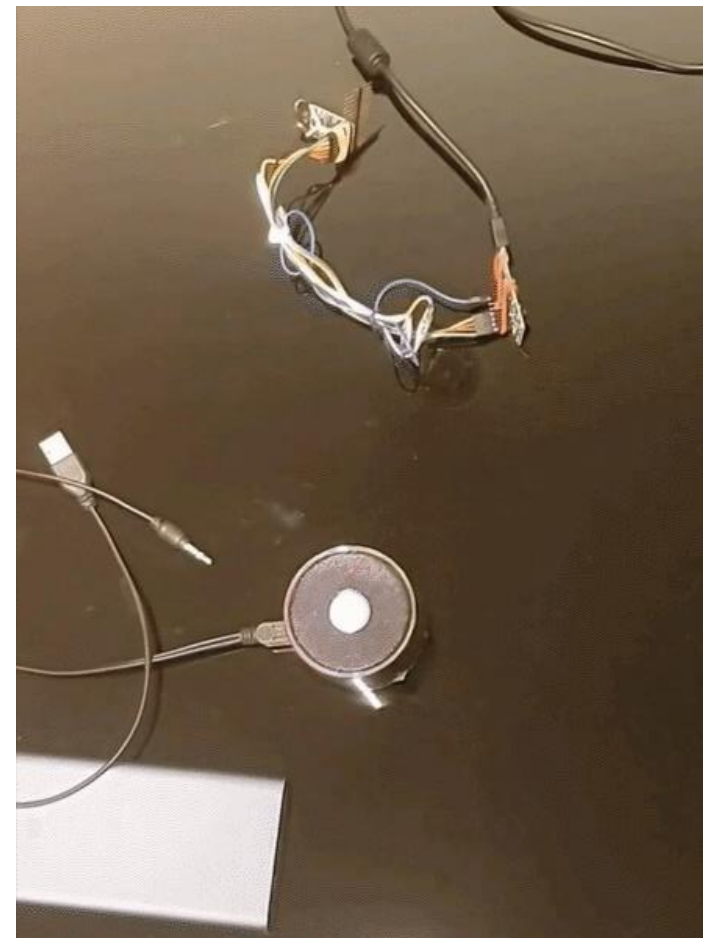
- 作品概述
- 難點與創新
- 設計與實現
- **作品進度**
- 測試結果
- 總結展望



# 作品進度

- 三種物件種類分別以客製化資料集進行訓練
- 輕量化物件偵測模型仍然可以維持高準確率
- 音訊傳輸介面已經妥善完成，之後也可以加入更多音訊資料做擴充
- 危險狀況偵測可以在裝置被大力晃動時發出警報
- 整合相機、影像處理、物件偵測、與音訊傳輸於同一個開發板上
- 可以判斷距離大約5公尺以內的物體
- 透過裝置精簡化可以包裝成一個手持的輕巧裝置

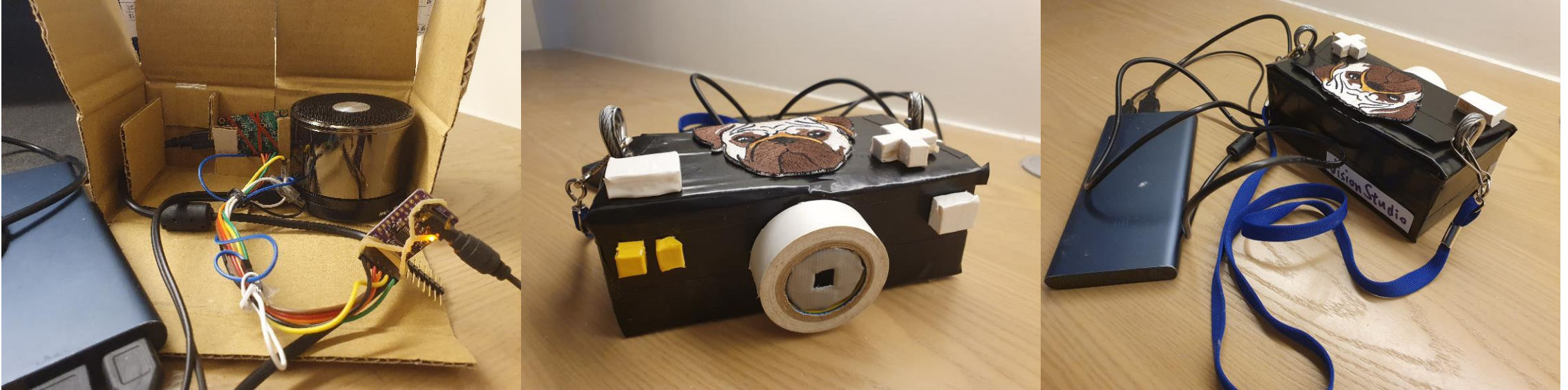
作品展示gif



# 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

# 測試結果



- 展示影片：<https://youtu.be/sUOQ4bbEUF4>
- GitHub連結：[vncntlin/vision\\_studio \(github.com\)](https://github.com/vncntlin/vision_studio)

# 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

# 總結展望

## • 作品總結

- 以**物件偵測技術**判斷物體類型與位置，在符合硬體限制下達到高準確率
- 完整整合**相機、人工智慧、危險狀況偵測**並做出**語音警示與求救**
- 以ARC EM9D Processor實現**即時運算的可攜帶式裝置**，達到省電、高效能

## • 未來展望

- 目前的設計可用來偵測三種物件
  - 可以使用後續蒐集到的資料去做加強訓練以及增加物件數量
- 未來可以透過板子上的**I<sup>2</sup>C**接口連結其他模組（連接藍芽模組，將資料無線傳給使用者的手機，進行離線資料存儲及遠端控制，同時兼顧隱私性及安全性）

# Thank You

