



少年圖靈計畫
Young Turing Program

呼吸疾病檢測平台

高三老人吃披薩
王麒翔、陳威達、曾晟捷
指導教授：廖世偉教授

高三老人吃披薩

- 指導教授
 - 廖世偉教授
- 學生成員
 - 王麒翔 (師大資工大一)
 - 陳威達 (交大資工大一)
 - 曾晟捷 (清大物理大一)

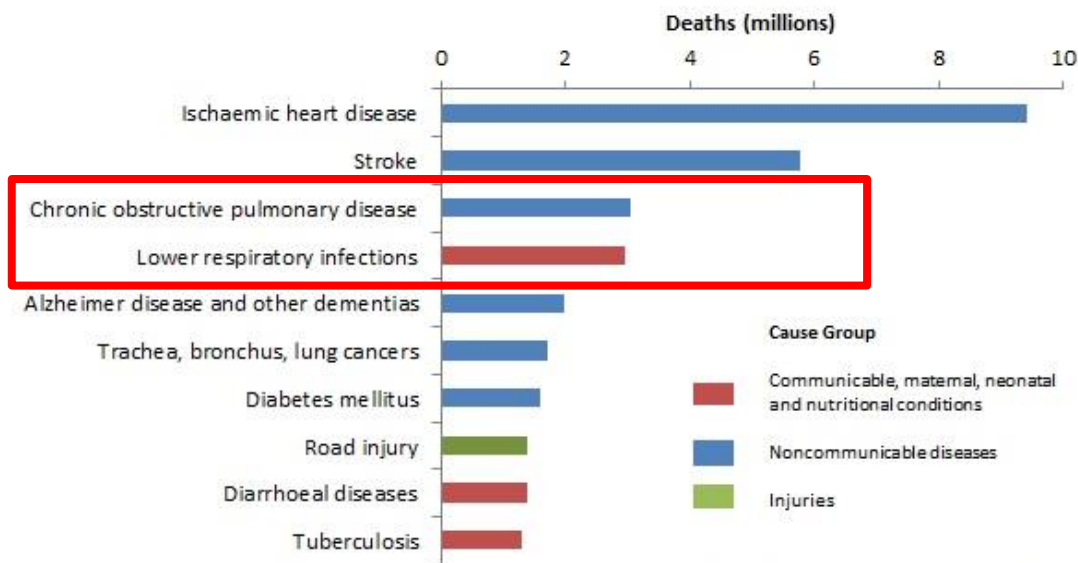
專題介紹

利用深度學習建立透過呼吸音辨識呼吸疾病分類模型，設計較不受時間、地點、金錢限制的快速篩檢，達成呼吸疾病的早期發現

問題探討

呼吸疾病為全球死亡主因之一

Top 10 global causes of deaths, 2016



Source: Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. Geneva, World Health Organization: 2018.

呼吸疾病消耗大量醫療資源

Total medical services expenditures in US \$ billions by disease category, 2013



Spending on dental services, nursing homes, and prescriptions that cannot be allocated to a specific disease not included above.

Source: Kaiser Family Foundation analysis of data from Bureau of Economic Analysis Health Care Satellite Account (Blended Account) and National Health Expenditure Data

Peterson-KFF
Health System Tracker

有什麼問題？

- 部分地區缺乏醫療資源
- 現行的檢查複雜且昂貴
- 慢性呼吸道疾病會提高肺癌、氣管癌、支氣管癌風險

目標

- 較不受時間、地點、金錢限制的呼吸疾病快速篩檢
- 呼吸疾病的早期發現

利用呼吸音檢測呼吸疾病

對問題的深入分析

- 呼吸疾病
 - COPD (慢性阻塞性肺病)
 - URTI (上呼吸道感染)
 - LRTI (下呼吸道感染)
 - Bronchiectasis (支氣管擴張)
 - Bronchiolitis (細支氣管炎)
 - Pneumonia (肺炎)
 - Asthma (氣喘)

對問題的深入分析

- 異常的呼吸音
 - **Wheezes** (喘鳴)：呼吸道縮小或阻塞造成，與上呼吸道疾病相關
 - **Crackles** (爆裂音)：肺泡積水造成，與肺炎相關
- 異常位置與疾病分類及嚴重性
 - 氣管異常、肺部正常，較有可能為呼吸道感染
 - 肺部異常區域愈多，可能對呼吸功能影響愈大

如何解決問題

如何進行

- 時間、地點：
架設網站建立容易觸及的平台
- 成本：
使用簡易的器材製作可錄音的聽診器
- 實作：
使用一維卷積神經網路作為預測模型

Result: 低成本、可多點部署的肺部疾病快篩

取得數據

- 資料集：Kaggle Respiratory Sound Database
 - 126人之呼吸音資料
 - 8種狀態標籤(1種健康標籤、7種疾病標籤)
 - 920個呼吸音檔
 - 各音檔錄音位置
 - 含各呼吸循環時間斷點資訊
 - 6898個呼吸循環
 - 含Wheezes、Crackles標籤
 - 1864個呼吸循環僅有Crackles異常呼吸音
 - 886個呼吸循環僅有Wheezes異常呼吸音
 - 506個呼吸循環兩種異常呼吸音皆存在

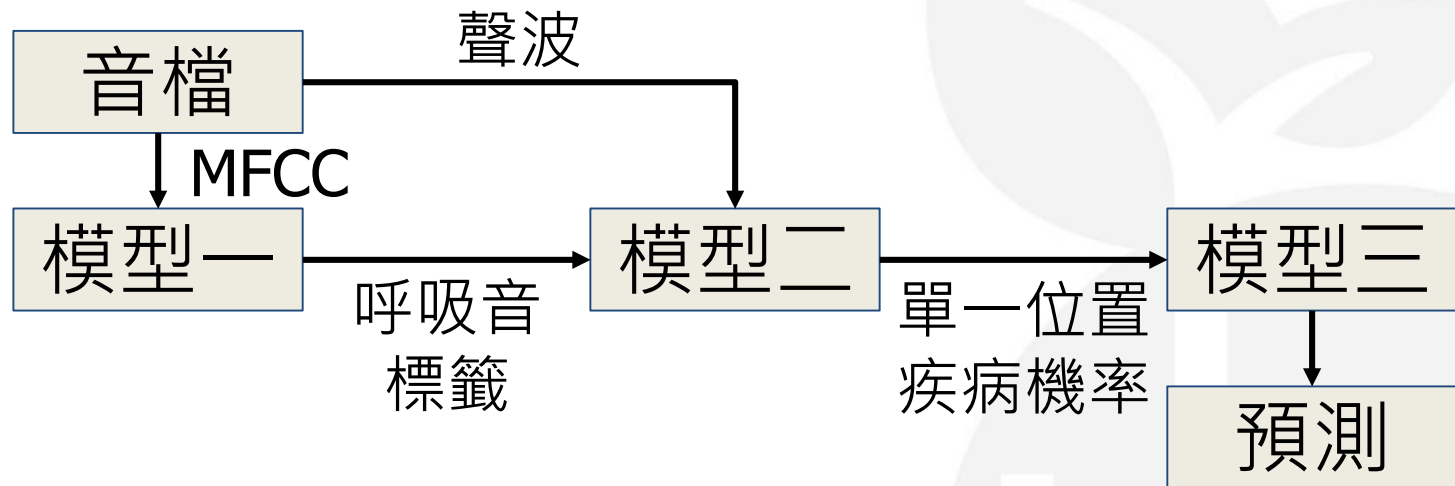
數據處理

- 音訊處理
 - 資料類型
 - 聲波：從原WAV檔取得
 - MFCC：由震幅轉換得到的若干組係數，理論上較能描述人耳所聽到的聲音
 - 問題：兩者皆會因採樣問題出現偏差
 - 解決：各寫一個模型，選用表現較好者

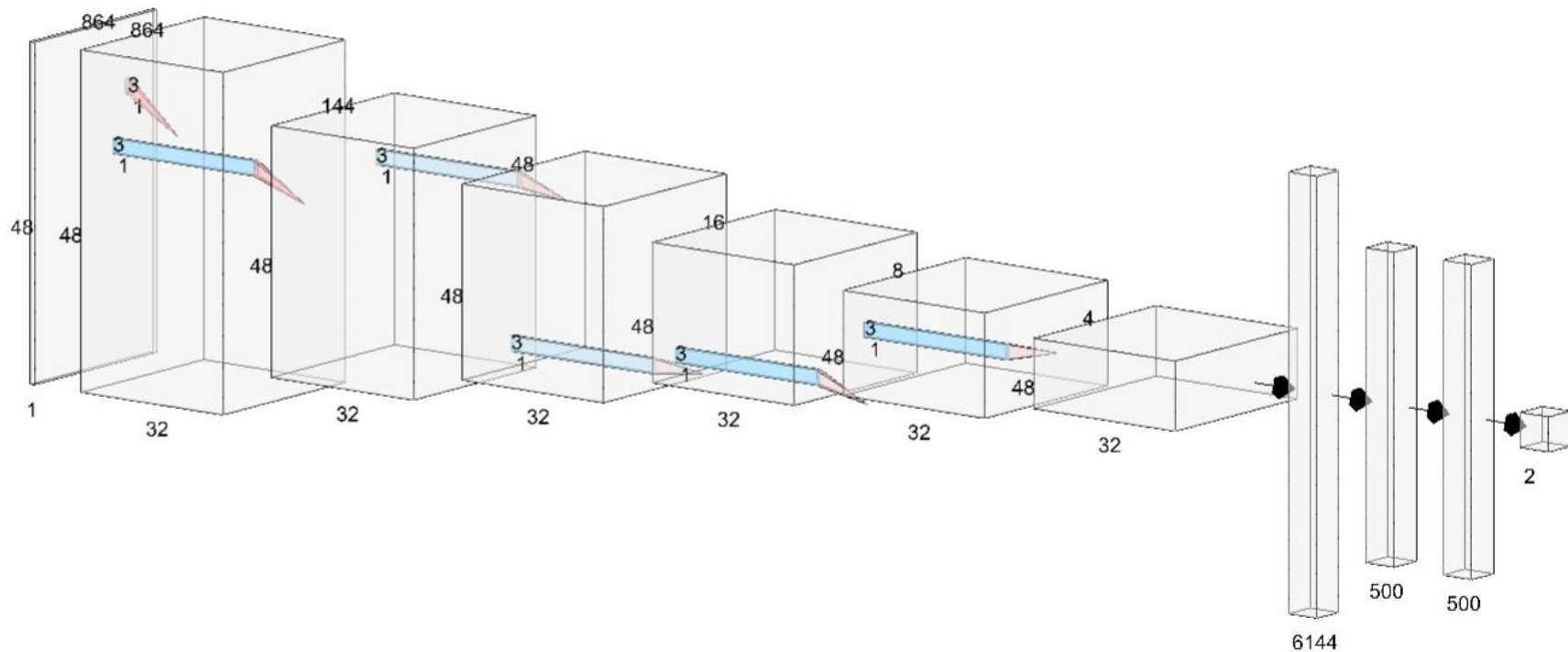
數據處理

- 資料增生
 - 問題：訓練資料不足，可能有過擬合的問題
 - 解決方法：隨機取長度一半以上之任意音檔作為訓練資料
- 噪音處理
 - 問題：錄音時易受不同麥克風或環境噪音影響
 - 解決方法：增生添加噪音之同標籤資料

流程圖



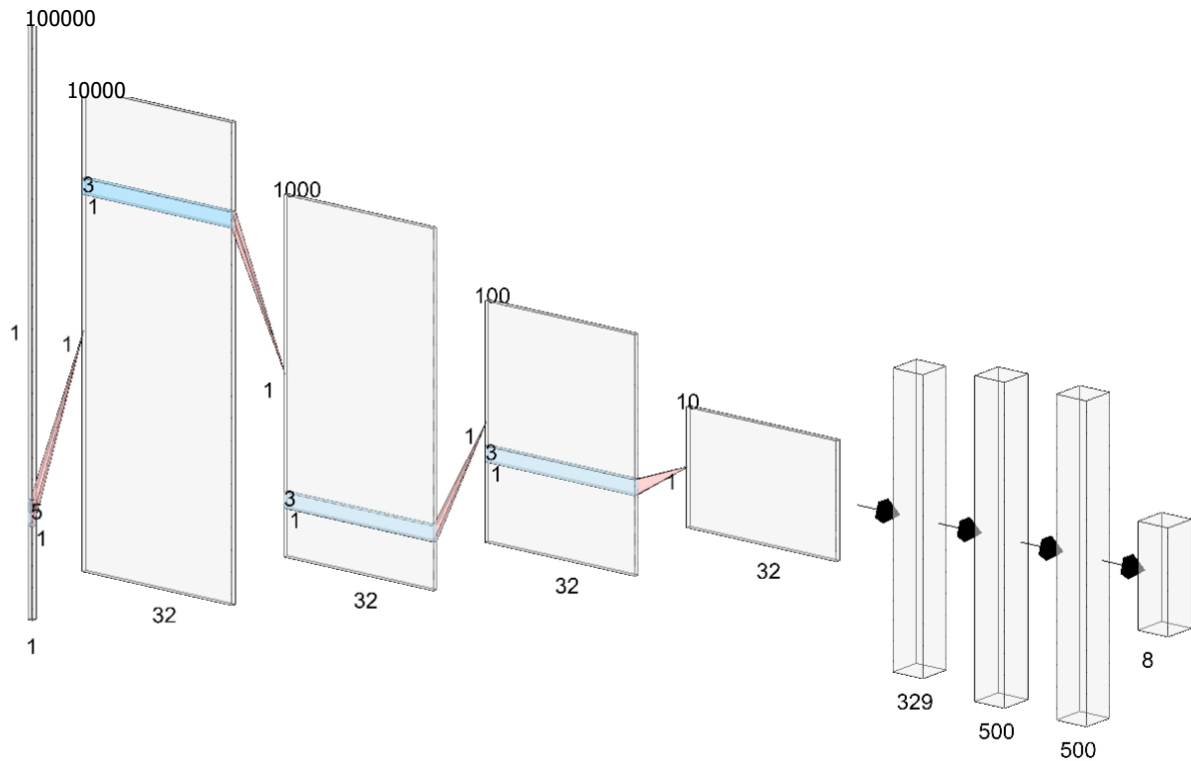
模型一構造圖



模型一

- 呼吸音判別模型
 - 輸入：含超過一個呼吸循環的音檔
 - 輸出：該段音檔是否存在Wheezes或Crackles
 - 使用資料類型：MFCC
 - 模型結構
 - 六組一維卷積殘差塊 + 池化層
 - 三層全連接層
 - 準確率：90%

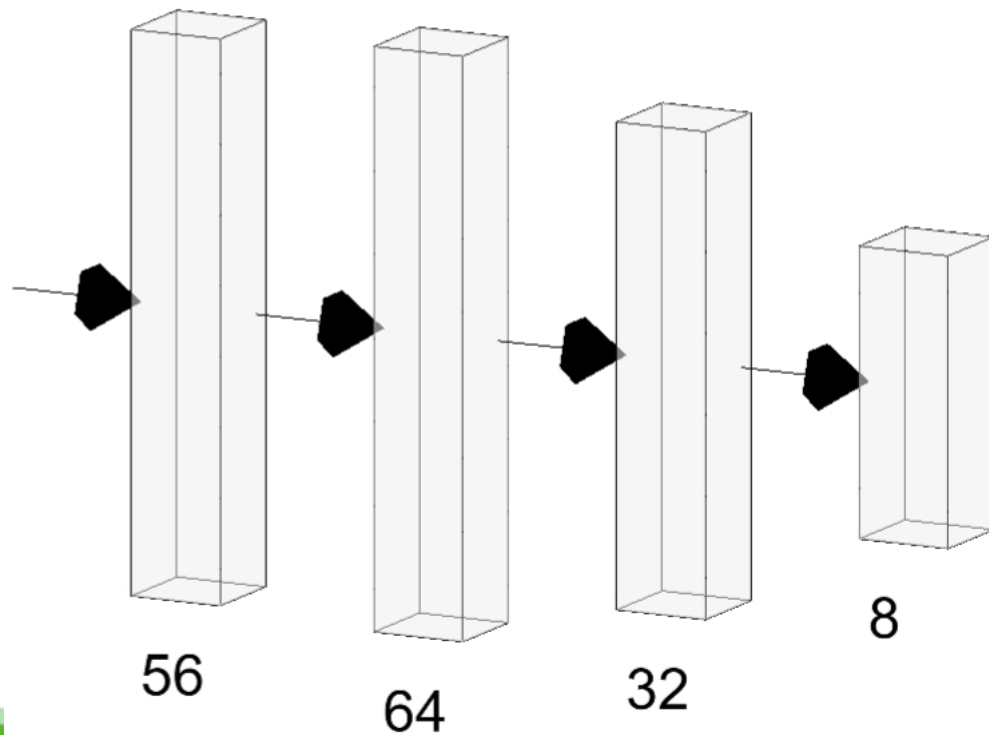
模型二構造圖



模型二

- 單一位置疾病分類機率模型
 - 輸入
 - 一段超過一個呼吸循環的音檔
 - 該段音檔經模型一所得Wheezes、Crackles標籤
 - 音檔錄音位置
 - 輸出：該音檔受測者患處在各狀態的機率
 - 使用資料類型：聲波
 - 模型結構
 - 四組一維卷積層 + 池化層
 - 三層全連接層
 - 準確率：96%

模型三構造圖



模型三

- 多位置疾病分類模型
 - 輸入：各位置音檔透過模型二所得之機率向量
 - 輸出：該音檔受測者患處在狀態
 - 模型結構
 - 三層全連接層
 - 準確率：98%

如何錄音

- 錄音工具

- 問題

- 市售電子聽診器價格為數千元台幣
 - 與原本普及化、親民的想法相左

- 解決方法：**DIY**實作

- 衛服部認證之合法聽診器
 - 領夾式麥克風
 - 水管

如何錄音

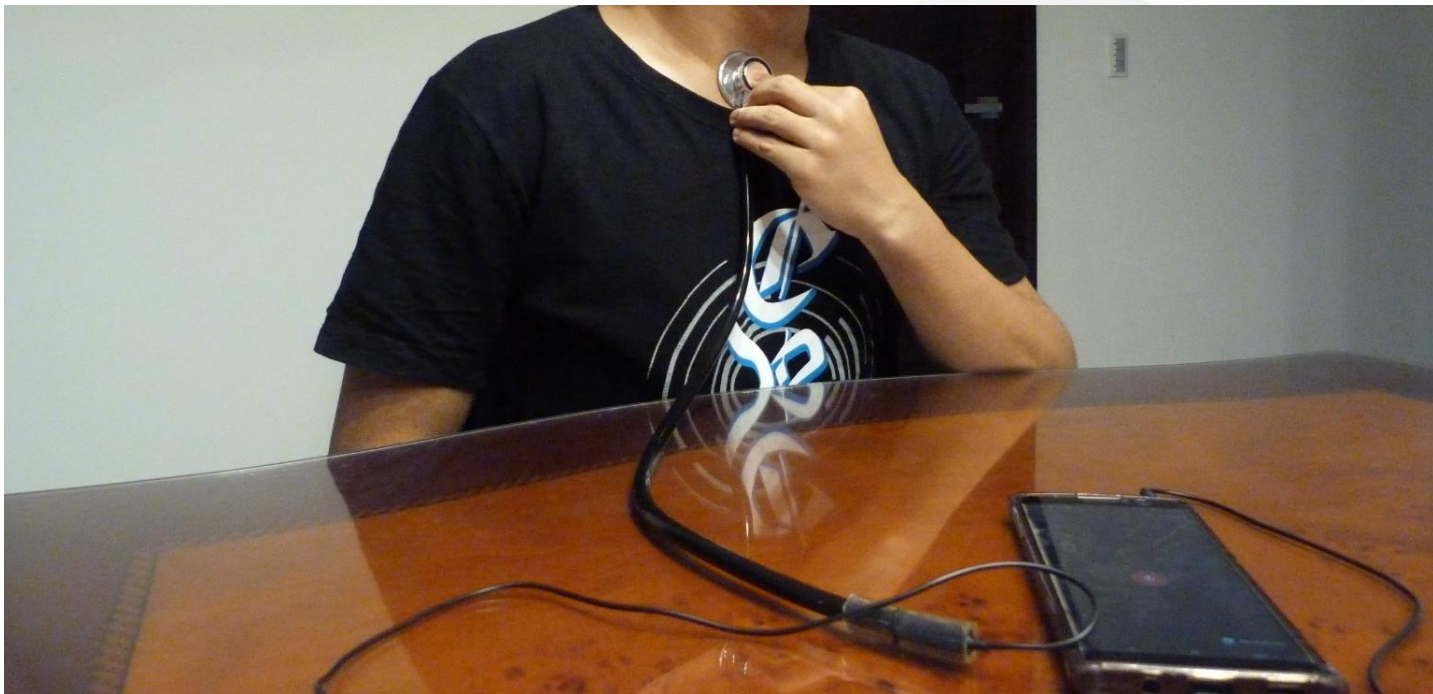
- 錄音位置
 - 氣管
 - 兩肺前側(肺部中段位置)
 - 兩肺側面(腋下10公分處)
 - 兩肺後側(肩胛骨下方)

成果

實作成果

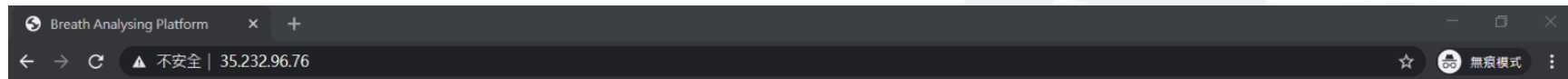


錄音



檔案上傳

<http://35.232.96.76/>



Breath Analysing Platform

Please upload your breathe recordings (between 25~35 seconds).

| | | |
|-------------------------------|-------|--------|
| Recording 1 (氣管): | 1.wav | Browse |
| Recording 2 (左肺前側 (肺部中段位置)): | 2.wav | Browse |
| Recording 3 (右肺前側 (肺部中段位置)): | 3.wav | Browse |
| Recording 4 (左肺後側 (肩胛骨下方)): | 4.wav | Browse |
| Recording 5 (右肺後側 (肩胛骨下方)): | 5.wav | Browse |
| Recording 6 (左肺側面 (腋下10公分處)): | 6.wav | Browse |
| Recording 7 (右肺側面 (腋下10公分處)): | 7.wav | Browse |

Submit the recordings

內部運作

```
Processing Model 1
Crackles
tensor([[ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000]], device='cuda:0')
Wheezes
tensor([[ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000],
        [ 1.00000,  0.00000]], device='cuda:0')
```

內部運作

Processing Model 2

```
tensor([[ 0.12042,  0.00008,  0.00004,  0.10232,  0.45895,
          0.00001,  0.31648,  0.00170],
        [ 0.97955,  0.00000,  0.00000,  0.00003,  0.00188,
          0.00000,  0.01344,  0.00510],
        [ 0.06715,  0.00001,  0.00000,  0.00000,  0.00005,
          0.00000,  0.93258,  0.00021],
        [ 0.92946,  0.00000,  0.00000,  0.00000,  0.00001,
          0.00000,  0.06526,  0.00526],
        [ 0.54338,  0.00001,  0.00000,  0.00001,  0.00004,
          0.00000,  0.45233,  0.00423],
        [ 0.99863,  0.00000,  0.00000,  0.00000,  0.00000,
          0.00000,  0.00115,  0.00023],
        [ 0.99990,  0.00000,  0.00000,  0.00000,  0.00000,
          0.00000,  0.00000,  0.00009]], device='cuda:0')
```

輸出結果

Breath Analysing Platform

← → ↻ 不安全 | 35.232.96.76

Recording 5 (右肺後側 (肩胛骨下方)): No file selected. [Browse](#)

Recording 6 (左肺側面 (腋下10公分處)): No file selected. [Browse](#)

Recording 7 (右肺側面 (腋下10公分處)): No file selected. [Browse](#)

[Submit the recordings](#)

INSPECTION REPORT

Respiratory Sound Inspection

We detect no odd respiratory sounds from your recordings.

Respiratory Disease Prediction

Healthy: 99.957%

Pneumonia: 0.039%

URTI: 0.004%

Asthma: 0.000%

LRTI: 0.000%

Bronchiolitis: 0.000%

Bronchiectasis: 0.000%

COPD: 0.000%

We predict that you are healthy.

內部運作

```
Processing Model 1
Model 1 Softmax Outputs
tensor([[ 0.28881,    0.71119],
        [ 0.28881,    0.71119],
        [ 0.00000,    1.00000],
        [ 0.99968,    0.00032],
        [ 0.28881,    0.71119],
        [ 0.01087,    0.98913],
        [ 0.07792,    0.92208]], device='cuda:0')
tensor([[ 0.99711,    0.00289],
        [ 0.99906,    0.00094],
        [ 0.99991,    0.00009],
        [ 0.99110,    0.00890],
        [ 0.75652,    0.24348],
        [ 1.00000,    0.00000],
        [ 1.00000,    0.00000]], device='cuda:0')
```

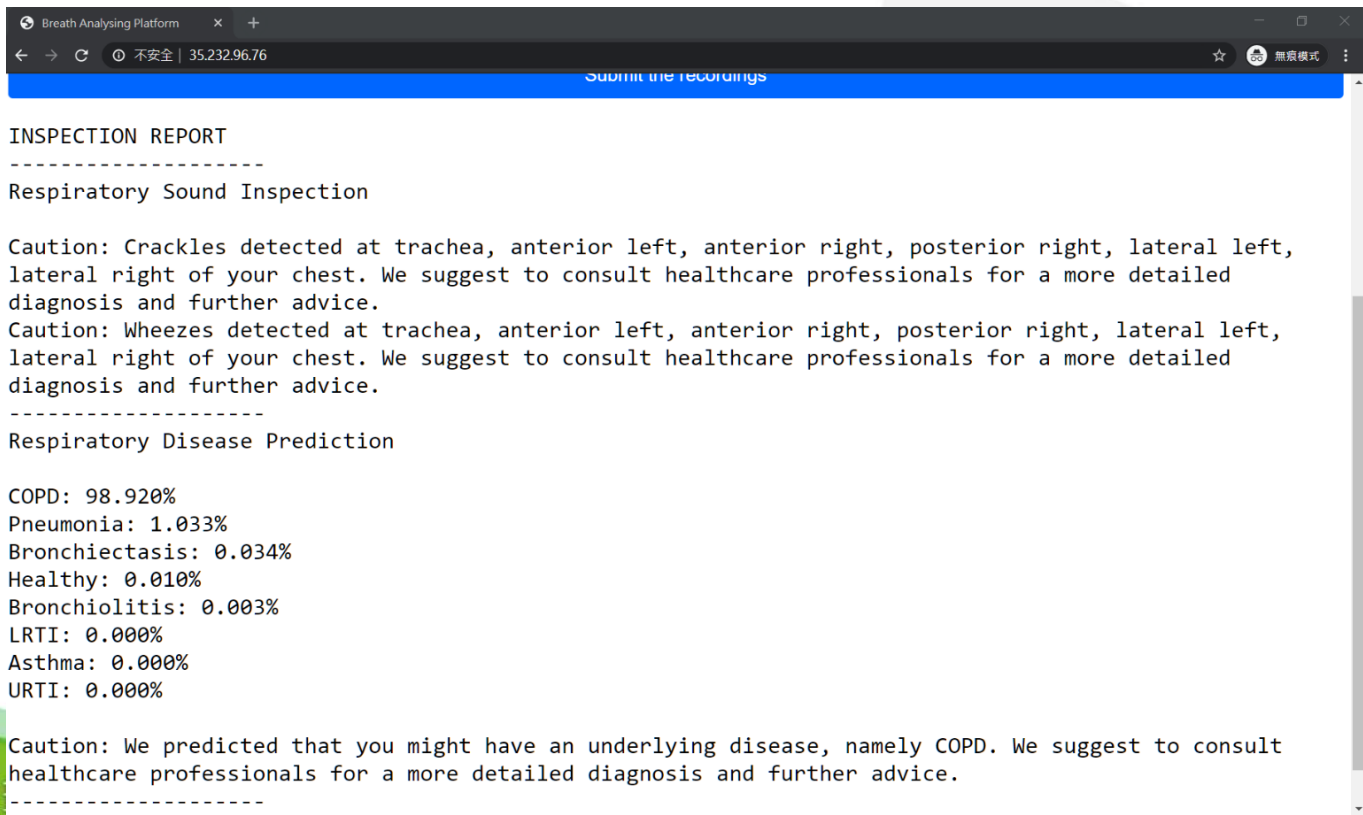

內部運作

Processing Model 2

Model 2 Softmax Outputs

```
tensor([[ 0.94242, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 0.04497,
          0.00000, 0.01259, 0.00003],
        [ 0.00001, 0.00000, 0.00000, 0.00001, 0.99967,
          0.00000, 0.00030, 0.00000],
        [ 0.00198, 0.00001, 0.00055, 0.00032, 0.98500,
          0.00000, 0.01200, 0.00014],
        [ 0.00982, 0.00005, 0.00008, 0.00014, 0.80123,
          0.00000, 0.18864, 0.00004],
        [ 0.00001, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 0.99997,
          0.00000, 0.00003, 0.00000],
        [ 0.91942, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 0.01538,
          0.00000, 0.06516, 0.00005],
        [ 0.00000, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 1.00000,
          0.00000, 0.00000, 0.00000]], device='cuda:0')
```

輸出結果



團隊分工

| | |
|-------------|-------------|
| 預測模型設計與實作 | 曾晟捷、陳威達 |
| 低成本聽診器設計與實作 | 曾晟捷、陳威達、王麒翔 |
| 網站伺服器架設 | 曾晟捷、王麒翔 |
| 收集醫療知識 | 陳威達 |
| 網站實作 | 王麒翔 |

運用資源

- Kaggle 上的呼吸音資料庫
 - 取得模型訓練資料
- Systex 運算資源
 - 完成模型訓練
- 長庚醫院醫師醫學資訊諮詢
 - 了解有助於模型設計之醫療知識

未來展望

- 獲取更多資料
 - 完善模型預測
 - 增加可判斷的疾病數目
 - 運用完整資料簡化模型設計
- 用GAN擴充資料
 - 相較目前的資料增量方法更為多變化
- 與醫療機構合作
 - 獲得更多訓練資料
 - 由醫療人員診斷結果修正模型
- 改善DIY聽診器隔音
 - 麥克風容易收到外界雜音

結論

- 呼吸疾病造成大量死亡與消耗大量資源
- 網站能夠不受時間、地點的限制進行檢測
- 聽診器的成本不到**20美元**
- 對於呼吸音判斷的準確度到達**93%**
- 對於疾病判斷的準確度高達**98%**

參考資料

1. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
2. <https://pytorch.org/>
3. <https://www.kaggle.com/vbookshelf/respiratory-sound-database>
4. <https://www.healthsystemtracker.org/chart-collection/much-u-s-spend-treat-different-diseases/#item-circulatory-ill-defined-conditions-check-ups-largest-category-spending>
5. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19484878>
6. http://a-chien.blogspot.com/2008/09/diy_1513.html
7. https://www.ccd.mohw.gov.tw/?aid=602&page_name=detail&iid=1889

Q & A



謝謝大家