

## 最佳結果

最佳結果是以 10 個 Gaussian Mixture model，16 個 states 的 HMM，以及前兩個循環 10 次，最後一個循環 20 次的 training iterations 跑出的

```
r07922009@linux3 [~/HTK-HMM/dsp_hw2/result] cat accuracy
===== HTK Results Analysis =====
Date: Wed May  1 00:46:58 2019
Ref : labels/answer.mlf
Rec : result/result.mlf
----- Overall Results -----
SENT: %Correct=93.75 [H=450, S=30, N=480]
WORD: %Corr=98.16, Acc=98.04 [H=1706, D=25, S=7, I=2, N=1738]
=====
```

## 執行環境

執行環境為 NTU CSIE 的工作站，詳細的環境如下：

```
OS: 5.0.7-arch1-1-ARCH
gcc: gcc version 8.3.0
```

## 相關程式修改

- `lib/mix2_10.hed`: 增加 GMM 的數量至 10
- `lib/proto`: 增加 HMM 的狀態數至 16
- `03_training.sh`: 增加訓練次數至每個循環 10 次，最後一次循環 20 次
- `04_testing.sh`: 修改讓其會寫入一檔案 `total_result`，讓他保留之前的 `result` 紀錄而不致在執行 `00_clean_all.sh` 後遺失紀錄

## 訓練策略

### 1. 增加訓練次數

從初始的 3 次開始，嘗試過 10、20、30、40、50 次、頭兩個循環進行 10 次調整，最後一個進行 20 次調整、頭兩次循環進行 50 次調整，最後一個循環進行 100 次調整

最後發現頭兩個循環的訓練次數 10 次的表現最好，但並沒有增加多少，所以之後的更改使用 10-20 的訓練次數策略

### 2. 增加 Gaussian Mixture 的個數

對 `lin~jiou` 增加他們的 GMM 個數，因為我判斷 `silence model` 的預設 GMM 個數 (3) 已足夠

從初始的 3 個 GMM 開始，嘗試過 4 ~ 12 的數量，發現 10 個 GMM 的表現會最好

### 3. 增加 HMM 中的狀態數

增加 HMM 的 state 數量代表為音素分類出更多的前後文關係

從初始的 5 個 state 開始，嘗試 6 ~ 18 個 state，訓練效果以 16 個 state 為最好

## 發現

- 一開始固定 GMM 和 HMM 的 state 數目，發現單純以 10 次 iteration 的表現最好，不過在嘗試不同 HMM state 數後發現 10-20 的 iteration 訓練策略表現會更好 (96.26 -> 97.18)
- 另外也發現如果以 default 的參數下，將 HMM state 增加至 17 個以上，HTK 會跳出警示訊息

相關實驗結果

- 將 GMM 的數量固定在 3，HMM 的 state 數固定在 5

iterations	3-5 (default)	10	20	30	40	50	50-100	10-20
Acc	74.34	77.96	75.83	77.10	77.22	77.22	77.04	75.89

- 將訓練次數固定在 10 次，GMM 的數量固定在 3

HMM states	5 (default)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Acc	77.96	82.74	88.95	91.48	92.23	94.02	95.17	95.74	96.43	96.49	96.49	96.72	96.78	96.26
													(with bad data or over pruning warning)	(with bad data or over pruning warning)

- 將訓練次數固定在 10-20 次，GMM 的數量固定在 3

HMM states	5 (default)	16	17
Acc	77.96	97.18	97.24((with bad data or over pruning warning))

- 將訓練次數固定在 10-20 次，HMM 的 state 數固定在 16

GMMs	3 (default)	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Acc	97.18	97.70	97.87	97.87	97.99	97.81	97.76	98.04	97.99	97.70