

# 神經資訊學：大腦科學於 資訊系統研究之應用

國立屏東科技大學資訊管理系  
陳灯能教授

2018/11/30



# 神經資訊系統

- 神經資訊系統（Neuro-Information-Systems, NeuroIS）一詞是由Dimoka et al.（2007）所提出，被定義為利用神經科學（Neuroscience）的理論、方法與工具，協助資訊學者瞭解資訊系統的開發與使用問題，或探討資訊系統對使用者所產生的影響，並能協助發展新的理論去探討資訊科技相關的使用者行為。
- 主要方法
  - ▷ 大腦造影（Brain imaging）
  - ▷ 心理生理量測（Psychophysiological measurement）



# NeuroIS主要方法

## ■ 大腦造影

- ▷ 量測大腦活動與特定工作任務間的關聯，主要研究工具包括腦電波儀（EEG）、正子電腦斷層造影（PET）及功能性磁振造影（fMRI）。

## ■ 心理生理量測

- ▷ 量測人們的生理反應，例如心跳、血壓、皮膚電反應（GSR）、瞳孔擴張反應等，藉以驗證受測者受到特定刺激時所產生的反應。

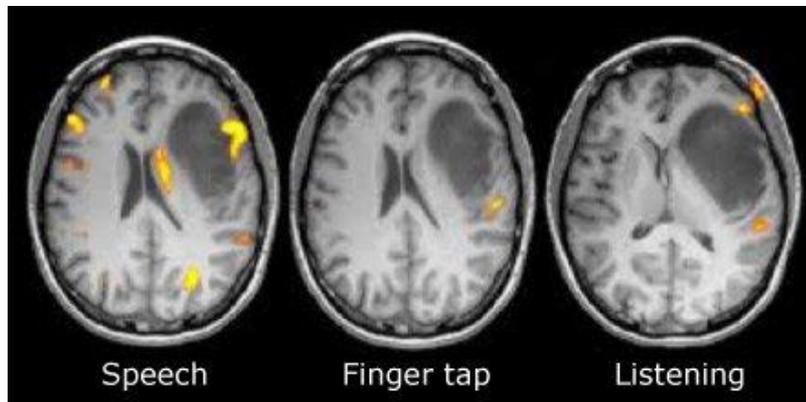


# fMRI原理

- 功能性磁振造影（fMRI，functional Magnetic Resonance Imaging）是一種神經影像學技術，其原理是利用磁振造影來測量神經元活動所引發之血液動力的改變。

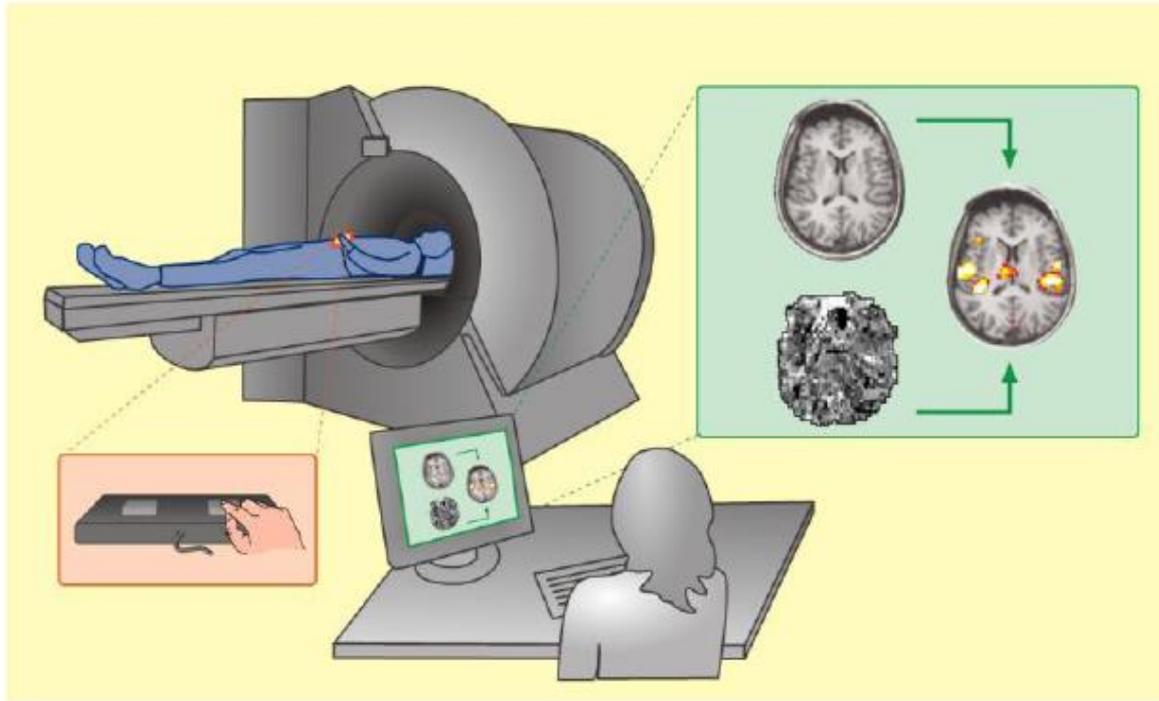


# fMRI設備





# fMRI實驗進行情境



Source: Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences.



# fMRI相關資訊系統研究

- 探討面對虛擬人物與真實人類時，受測者的大腦反應之間的差異（Riedl et al. 2014）。
- 探討在電子商務環境中，消費者在面對不同的賣家時（高可信度、低可信度、高可疑度、低可疑度），消費者願意付出的商品價格差異（Dimoka 2010）。

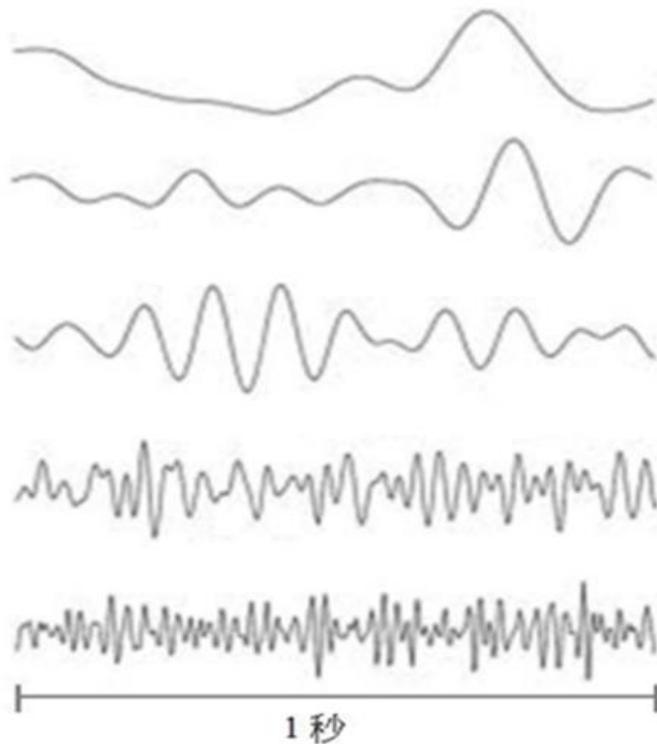


# 腦波原理

- 腦波是由德國科學家Hans Berger於19世紀末所發現，其研究發現人類頭皮層可以偵測到不間斷的微電波活動，並將其記錄成表並命名為腦電波圖（Electroencephalogram，簡稱EEG）。
- 腦波的發現使得醫學及神經科學的學者感到興趣，大量研究探討腦波頻率的意義、腦波與認知行為的關係等。



# 腦波示意圖



Delta 波

Theta 波

Alpha 波

Beta 波

Gamma 波



# 各種腦波及其意義

類型	頻率範圍	意義	相關文獻
Delta	1Hz ~ 4Hz	無意識、深度睡眠且沒有作夢時。	Wang ( 2010 )
Theta	4Hz ~ 8Hz	夢境或冥想時，屬於潛意識的波，能觸發深層的記憶和情緒。	Wang ( 2010 )
Alpha	8Hz ~ 13Hz	專注力下降、身體放鬆、神遊四方、放空、閉眼但清醒時。	Gerrard and Malcolm ( 2007 )
Beta	13Hz ~ 30Hz	專注於思考、推理，注意力集中在外在的感官世界刺激上，或是壓力大、心情緊張、不自在、憂慮等。	Rangaswamy et al. ( 2002 )
Gamma	36Hz ~ 44 Hz	提高意識專注在某件事情，特別出現在人腦受到多重刺激時（例如同時受到聽覺、視覺的刺激），或是與短期記憶相關的認知行為。	Hughes ( 2008 )



# 腦波儀及使用情境





# 腦波相關資訊系統研究

- 利用腦波來量測受測者在團購過程中，不同資訊類型對其所帶來的影響（Kuan et al. 2014）；
- 利用腦波來量測科技接受模式中認知有用性及易用性的前置因子，為科技接受模式的發展提供新的研究方向（Ortiz de Guinea et al. 2014）；
- 利用腦電波儀去量測在使用電腦的教學環境中，學生的神迷經驗（Flow Experience）是否會影響學習成效（Wang and Hsu 2014）。
- 利用腦波開發文章推薦系統（陳灯能與蘇柏銘 2015）



# NeuroIS S.I. in JMIS 2014

Authors	IS topic	IS constructs/ theories	NS method
Gregor et al.	E-loyalty	Emotion theory	EEG
Minas et al.	Virtual teamwork	Information processing	EEG, EMG, EDA
Riedl et al.	Avatar in human– computer interaction	Trust	fMRI
Li et al.	Mobile commerce	User engagement	EEG
Kuan et al.	Social commerce	Social influence	EEG
Ortiz de Guinea et al.	IS adoption	Behavior beliefs, PU, PEOU	EEG
Vom Brocke and Liang	IS research	NeuroIS, research guidelines	Method analysis

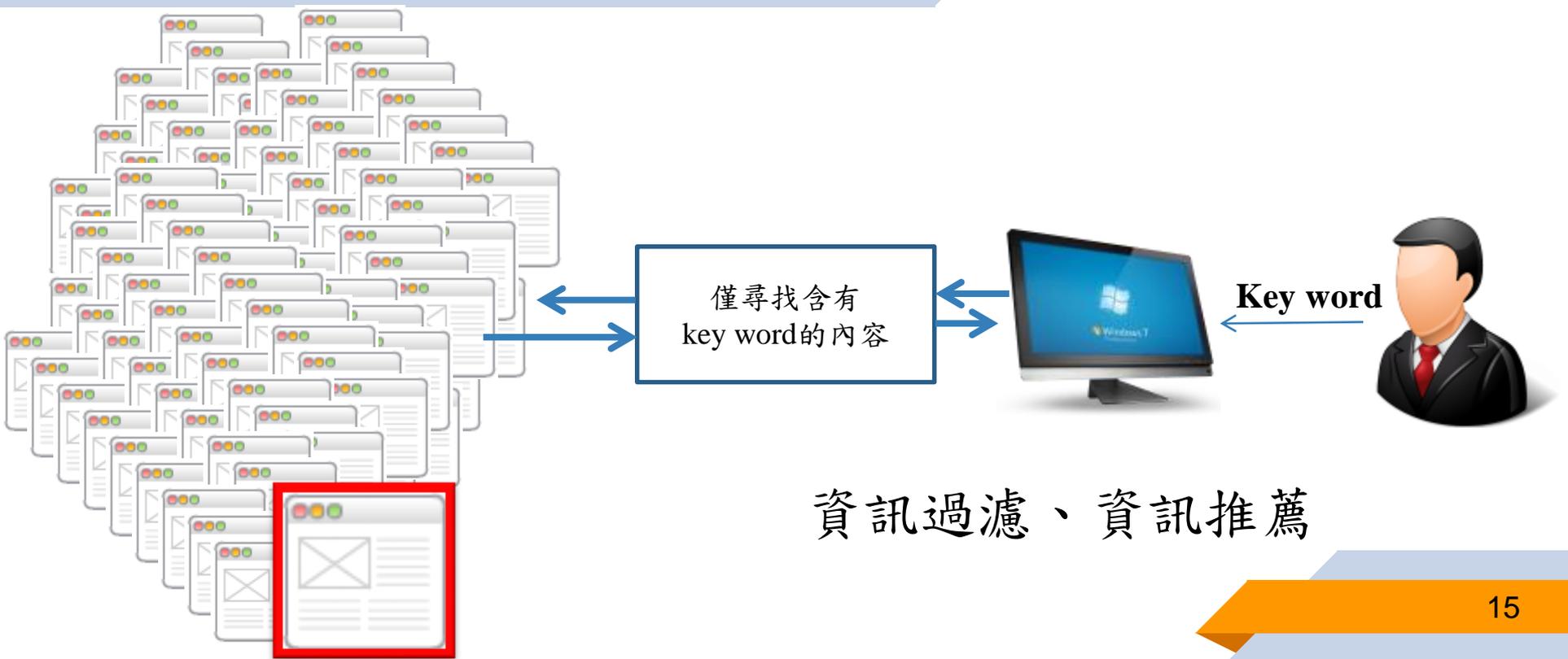
# 結合內容導向與腦波分析為基礎的文章推薦系統

陳灯能、蘇柏銘

1. 陳灯能、蘇柏銘，「結合內容導向與腦波分析為基礎的文章推薦系統」，*2014服務科學研究論壇*，台中，2014年7月10日。
2. 陳灯能、蘇柏銘，「結合內容導向與腦波分析為基礎的文章推薦系統」，*資訊管理學報*，第二十二卷第二期，中華民國一〇四年四月，第141~170頁。(TSSCI)



# 研究背景(1/3)



資訊過濾、資訊推薦



## 研究背景(2/3)

- 推薦系統的問題
  - ▷ 內容導向：容易造成使用者負擔
  - ▷ 協同導向：需要大量資料
  - ▷ 混和導向：設計上較為複雜



# 研究背景(3/3)



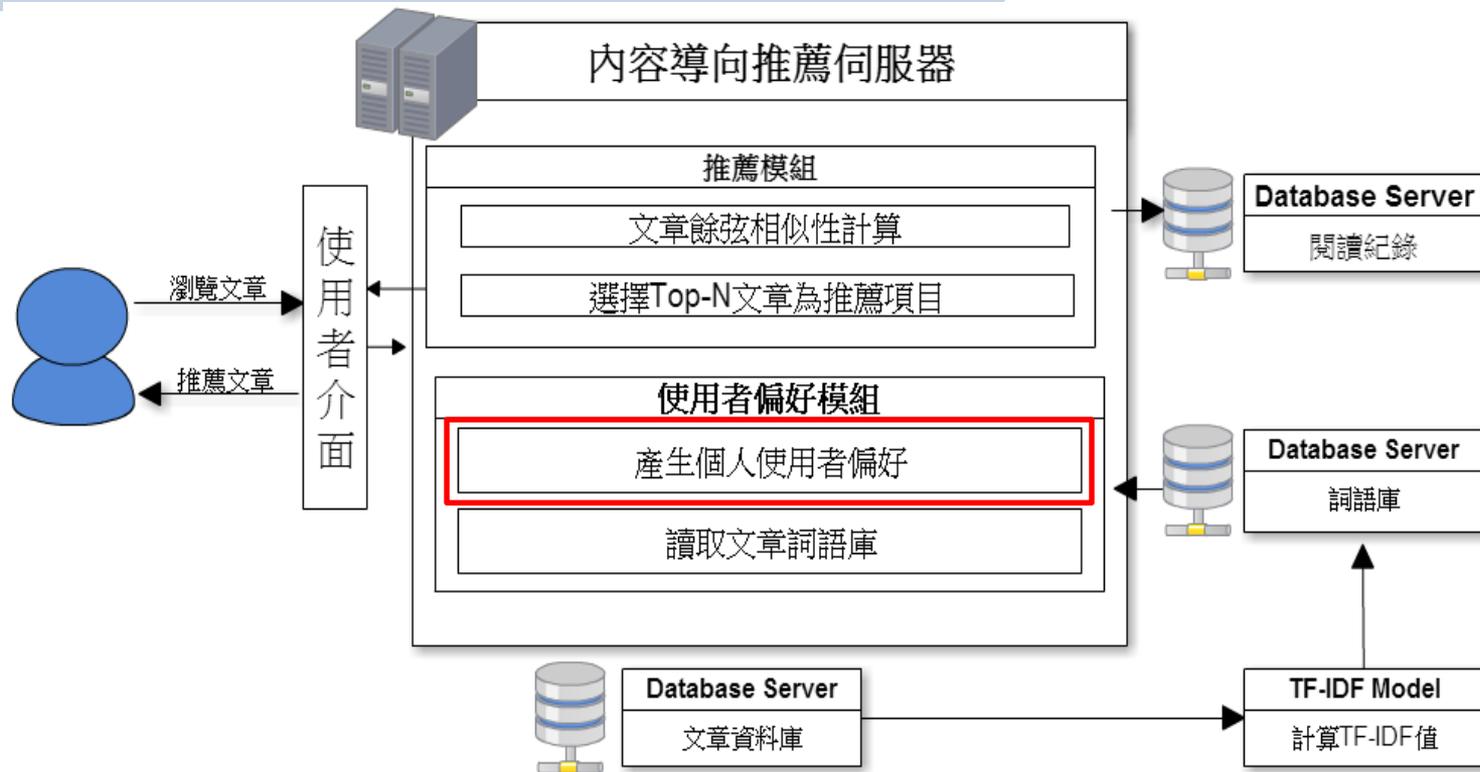


# 研究目的

- 證明腦波專注力與興趣偏好的關聯性
  - ▷ 利用腦電波儀取得受測者閱讀文章時腦波變化數值與及受測者對於文章的主觀評價，並利用類神經網路分析腦波與評價資訊之間的關係，建立腦波與興趣偏好之間的關聯模型。
- 利用該關聯性結合內容導向技術設計推薦系統
  - ▷ 透過類神經網路所訓練出來的模型，結合內容導向方法開發文章推薦系統，並評估文章推薦服務的準確度。



# 參考文獻：內容導向推薦系統





# 系統架構

## ■ 實驗一

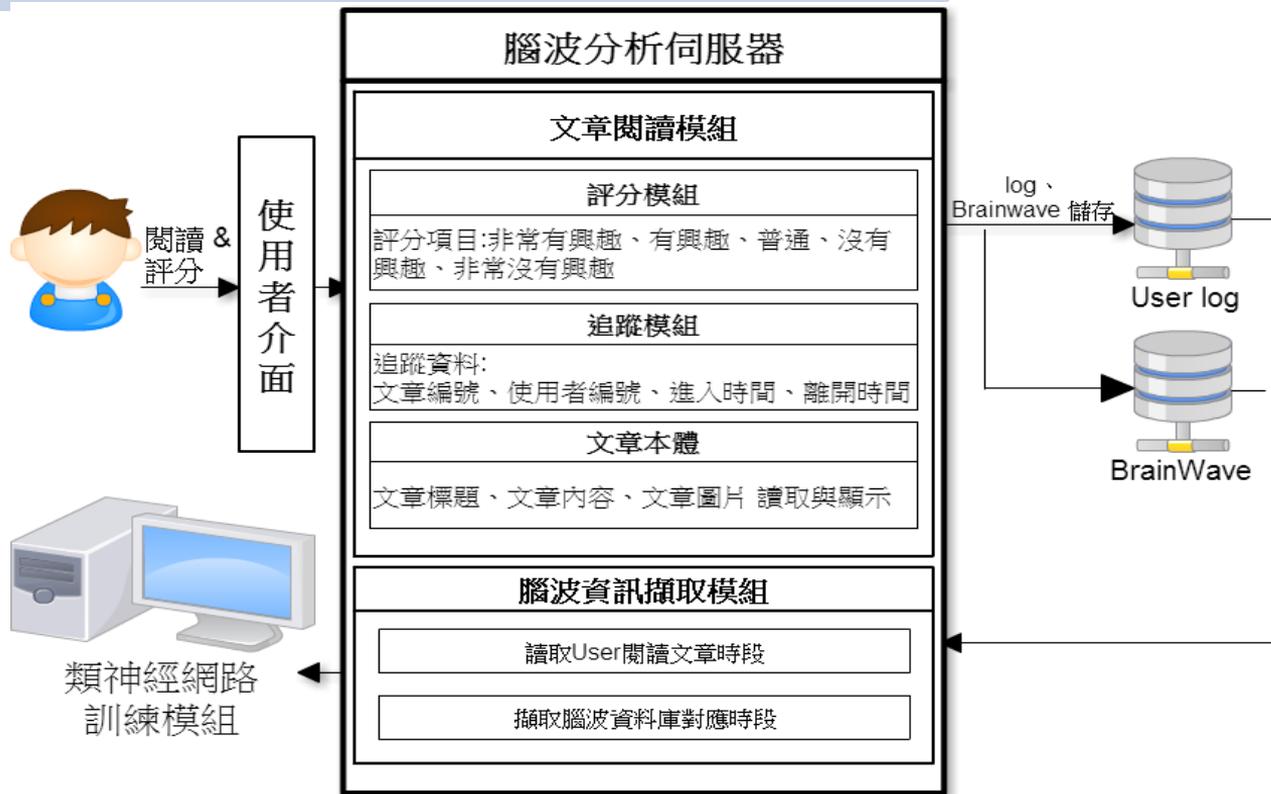
- ▷ 建立腦波與受測者興趣偏好之間的關聯模型。

## ■ 實驗二

- ▷ 利用實驗一之關聯模型，開發文章推薦系統，並與傳統內容導向推薦系統進行評估比較。



# 實驗一：系統架構(1/4)





# 實驗一：系統架構(2/4)

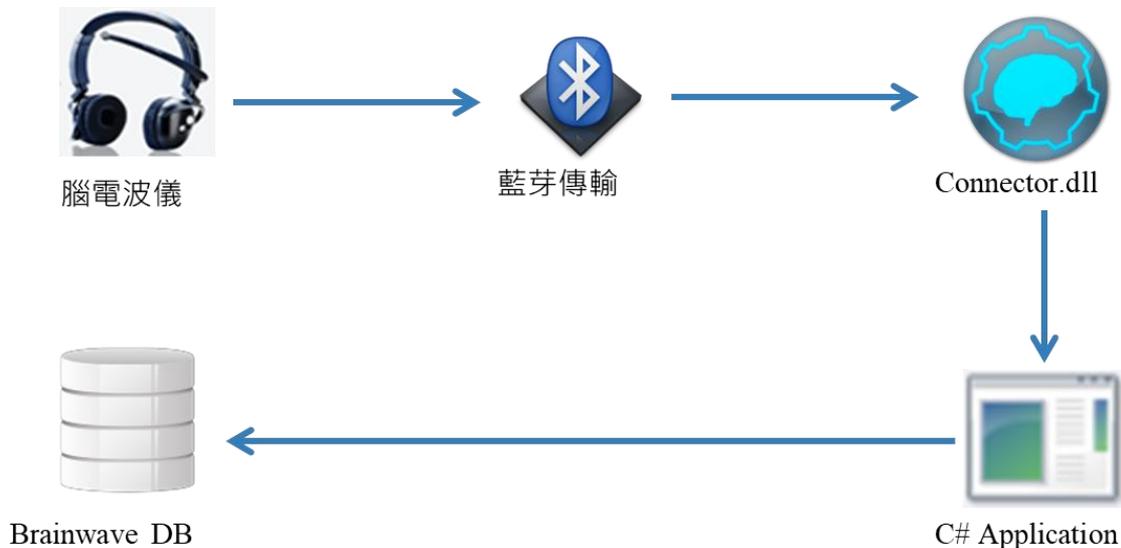
## ■ 文章閱讀模組

- ▷ 評分模組：非常有興趣、有興趣、普通、沒有興趣、非常沒有興趣
- ▷ 追蹤模組：UserID、NodeID、In Time、Out Time
- ▷ 文章本體：文章標題、圖片、日期與內文等內容讀取顯示



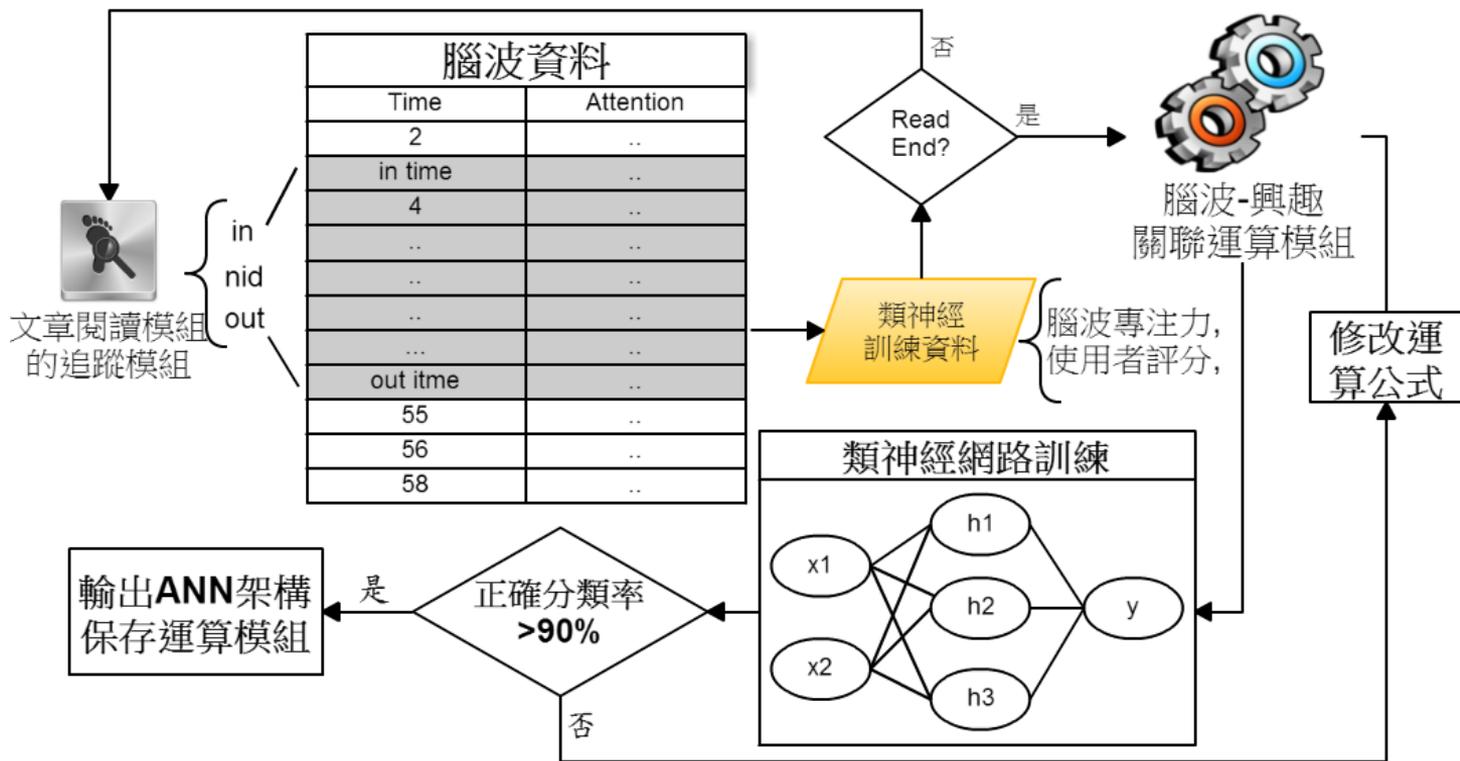
# 實驗一：系統架構(3/4)

## ■ 腦波資訊擷取模組

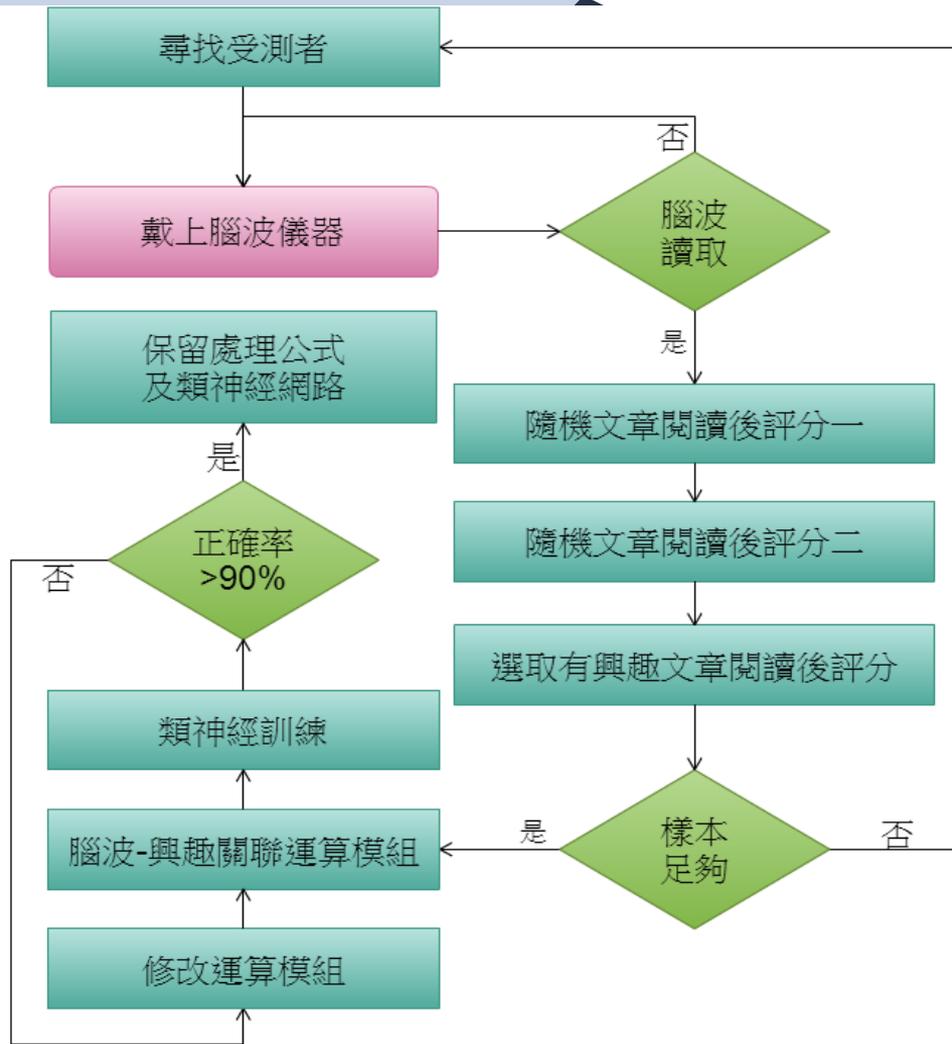




# 實驗一：系統架構(4/4)



# 實驗一：實驗流程





# 實驗一：實驗系統畫面

- 戴上腦電波儀且確認訊號接收正常



COM Port: COM40

Attention: 48  
Meditation: 91

```
Version: 21  
Error: False  
Packets read: 548  
Battery: 0  
PoorSignal: 0  
Attention: 48  
Meditation: 91  
Raw: 45  
Delta: 341319  
Theta: 126110  
Alpha1: 32887  
Alpha2: 31083  
Beta1: 16401  
Beta2: 22472  
Gamma1: 8288  
Gamma2: 19112  
BlinkStrength: 0
```



# 實驗一：實驗系統畫面(cont.)

- 請受測者閱讀三篇文章， 兩篇隨機、一篇受測者選擇有興趣項目，且對文章進行感受評估

知識管理與工程實驗室  
Knowledge Management and Engineering Lab

職場力 財經 財庫 科技 生活 理財 產業 兩岸全球 調查 環境 教育 經營管理 人物觀點

### 終於要成真了！未來不需動手、用「腦波」就可操作家電

資料來源：商業週刊  
日期：2014-01-21

您對文章的感受是？  
 非常有興趣  有興趣  普通  沒興趣  非常沒興趣

本文由日經BP社提供

運用人思考時產生的「腦電波」的動向越來越廣泛，只要想一下就能操作產品的技術也有一部分實現了實用化，「意念」或許會改變人類的交流方式。

電通與Digital Garage的合資公司—DentsuScienceJam在2013年10月舉行的專業展會「Human Sensing 2013」上，展示了「neurocam」技術：自己感興趣的場景在未經任何操作下便不知不覺地拍攝下來。

neurocam是DentsuScienceJam在美國辛辛那提風險公司神念科技和日本慶應義塾大學的協助下開發的裝置，屬於戴在頭上使用的「可穿戴終端」，利用了安裝在頸帶上的蘋果智慧手機「iPhone」的攝影鏡頭功能。該產品的最大特點是，能根據用戶思考時腦神經細胞動作產生的微弱電信號、即「腦電波」來判斷是否進行拍攝。

1 測量腦電波 2 分析測量數據

根據額頭左側表面的電壓變化測量腦電波

REALTIME SUMMARY



# 實驗一：實驗樣本

- 共135筆樣本，有效樣本102筆，以雞排兌換卷為獎勵。
- 男生56%、女生44%
- 年齡均22~26歲
- 學歷以大學、研究所為主



# 實驗一：ANN第一次訓練

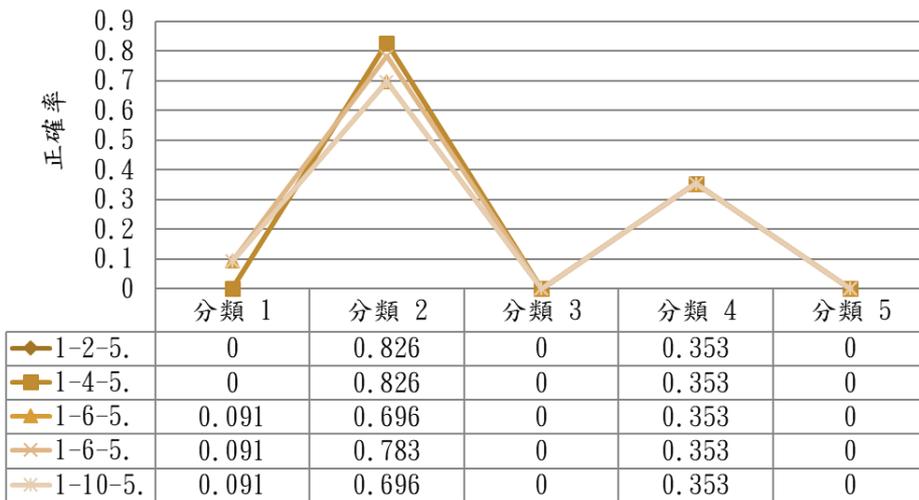


腦波-興趣關  
聯運算  
模組

$$diff = \sum_{i=3}^{T-3} b_{i+1} - b_i$$

輸入單元	輸入單元定義	輸出單元
<i>diff</i>	腦波專注變化值總和	分類1、分類2、 分類3、分類4、 分類5

### 第一次訓練結果





# 實驗一：ANN第二次訓練

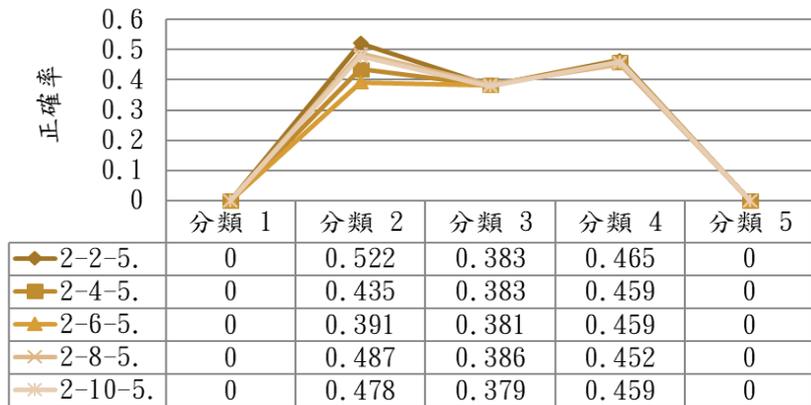


$$upTimes = \sum_{i=3}^{T-3} f(t) = \begin{cases} 1, & i + 20, \frac{b_{i+20} - b_i}{20} > 0.8 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

$$TotalTimes = \frac{T - 6}{20}$$

輸入單元	輸入單元定義	輸出單元
<i>upTimes</i>	每20秒斜率大於門檻值(0.8)	分類1、分類2、 分類3、分類4、 分類5
TotalTimes	閱讀時間 / 20	

第二次訓練結果





# 實驗一：ANN第三次訓練

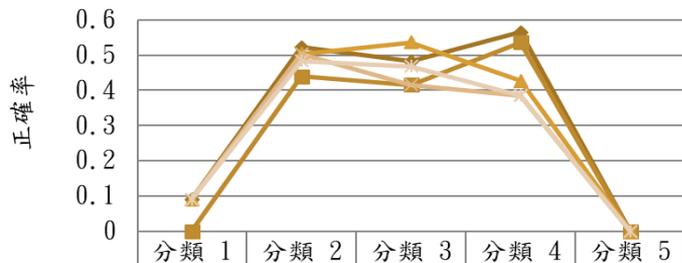


$$upTimes = \sum_{i=3}^{T-3} f(t) = \begin{cases} 1, & i + 20, \frac{b_{i+20} - b_i}{20} > 0.8 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

$$downTimes = \sum_{i=3}^{T-3} f(t) = \begin{cases} 1, & i + 20, \frac{b_{i+20} - b_i}{20} < -0.8 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

$$TotalTimes = \frac{T - 6}{20}$$

### 第三次訓練結果



輸入單元	輸入單元定義	輸出單元
$upTimes$	每 20 秒斜率達到門檻值 (0.8)	分類1、分類2 分類3、分類4 分類5
$downTimes$	每 20 秒斜率達到門檻值(-0.8)	
TotalTimes	閱讀時間 / 20	

	分類 1	分類 2	分類 3	分類 4	分類 5
◆ 2-2-5.	0.09	0.522	0.482	0.565	0
■ 2-4-5.	0	0.439	0.416	0.536	0
▲ 2-6-5.	0.09	0.504	0.536	0.427	0
× 2-8-5.	0.09	0.504	0.416	0.386	0
* 2-10-5.	0.09	0.484	0.468	0.386	0

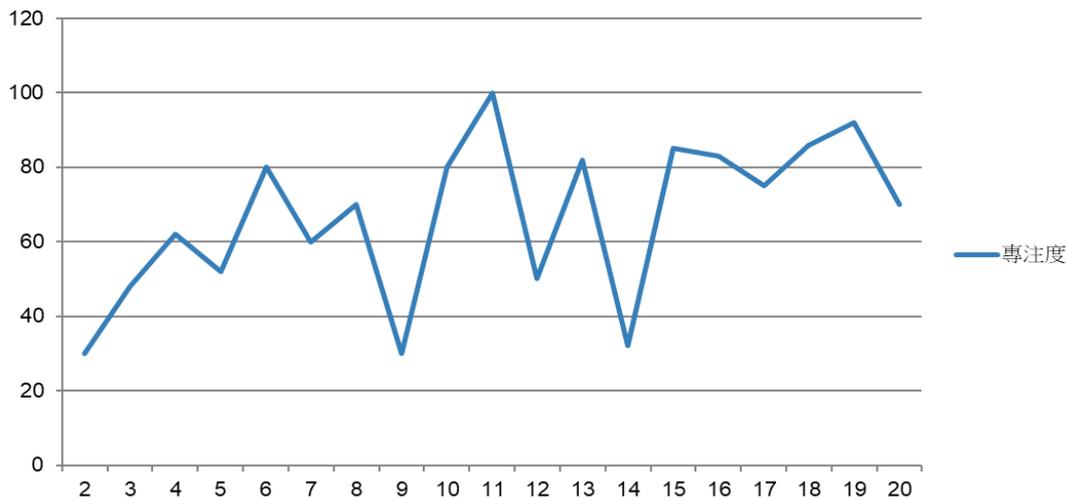


# 實驗一：ANN第三次訓練分析

## ■ 腦波異常訊號示意圖

▷ 斜率 $>0.8$ ，但不穩定。

文章閱讀腦波訊號





# 實驗一：ANN第四次訓練

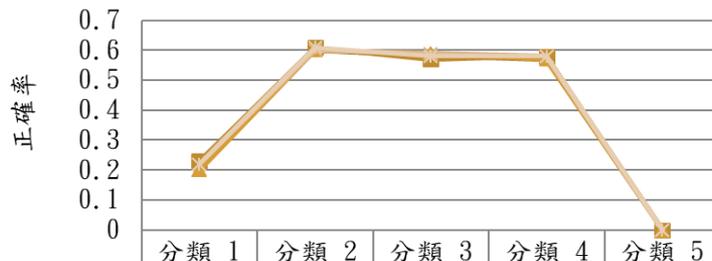


$$upTimes = \sum_{i=3}^{T-3} f(t) = \begin{cases} 1, & i + 20, \frac{b_{i+20} - b_i}{20} > 0.8 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

$$downTimes = \sum_{i=3}^{T-3} f(t) = \begin{cases} 1, & i + 20, \frac{b_{i+20} - b_i}{20} < -0.8 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

$$TotalTimes = \frac{T - 6}{20}$$

### 第四次訓練結果



輸入單元	輸入單元定義	輸出單元
$upTimes$	每20秒斜率達到門檻值(0.8)，且剔除異常	分類1、分類2 分類3、分類4 分類5
$downTimes$	每20秒斜率達到門檻值(-0.8)，且剔除異常	
$TotalTimes$	閱讀時間 / 20	

◆ 3-2-5.	0.23	0.6	0.58	0.57	0
■ 3-4-5.	0.23	0.61	0.57	0.58	0
▲ 3-6-5.	0.2	0.6	0.59	0.57	0
✕ 3-8-5.	0.22	0.6	0.59	0.58	0
✱ 3-10-5.	0.22	0.61	0.58	0.58	0



# 實驗一：ANN第五次訓練

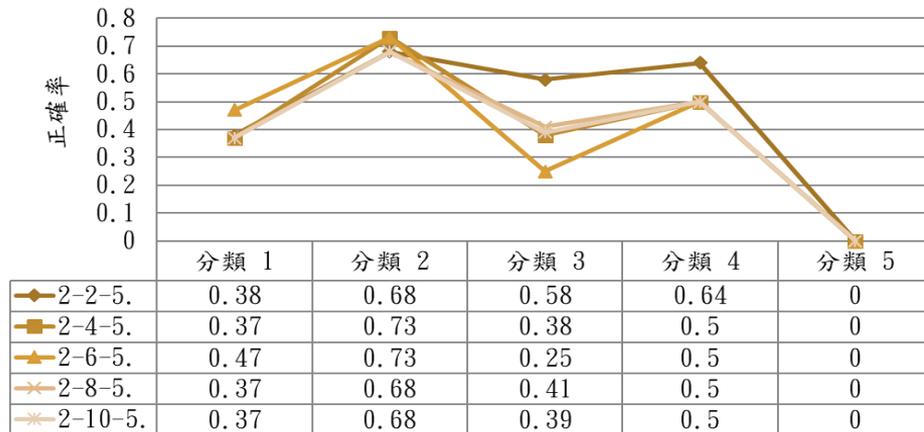


$$\text{Times} = \frac{\text{upTimes} - \text{downTimes}}{\text{TotalTimes}}$$

$$\text{slope} = \sum_{p=0}^P \frac{b_{p+1} - b_p}{t_{p+1} - t_p}$$

輸入單元	輸入單元定義	輸出單元
Times	(上升次數 - 下降次數) / 總次數	分類1、分類2、 分類3、分類4、 分類5
Slope	所有達門檻值(0.8/-0.8)的點所形成的斜率總和	

### 第五次訓練結果





# 實驗一：ANN第六次訓練

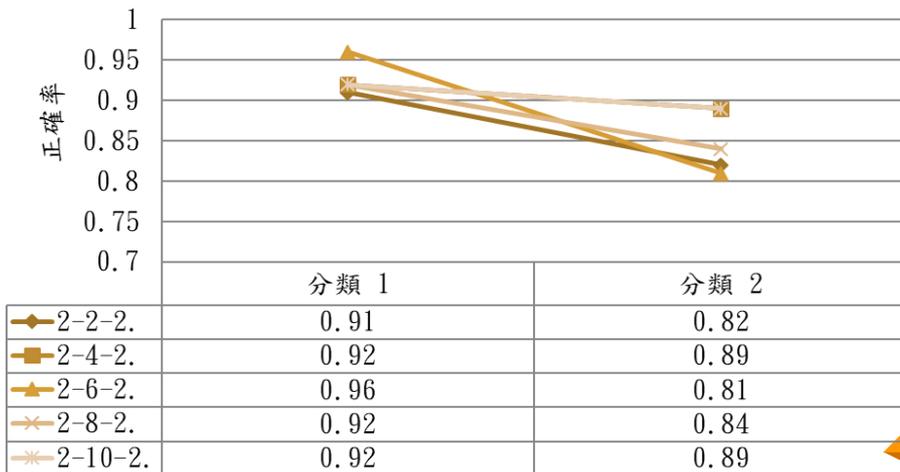


$$\text{Times} = \frac{\text{upTimes} - \text{downTimes}}{\text{TotalTimes}}$$

$$\text{slope} = \sum_{p=0}^P \frac{b_{p+1} - b_p}{t_{p+1} - t_p}$$

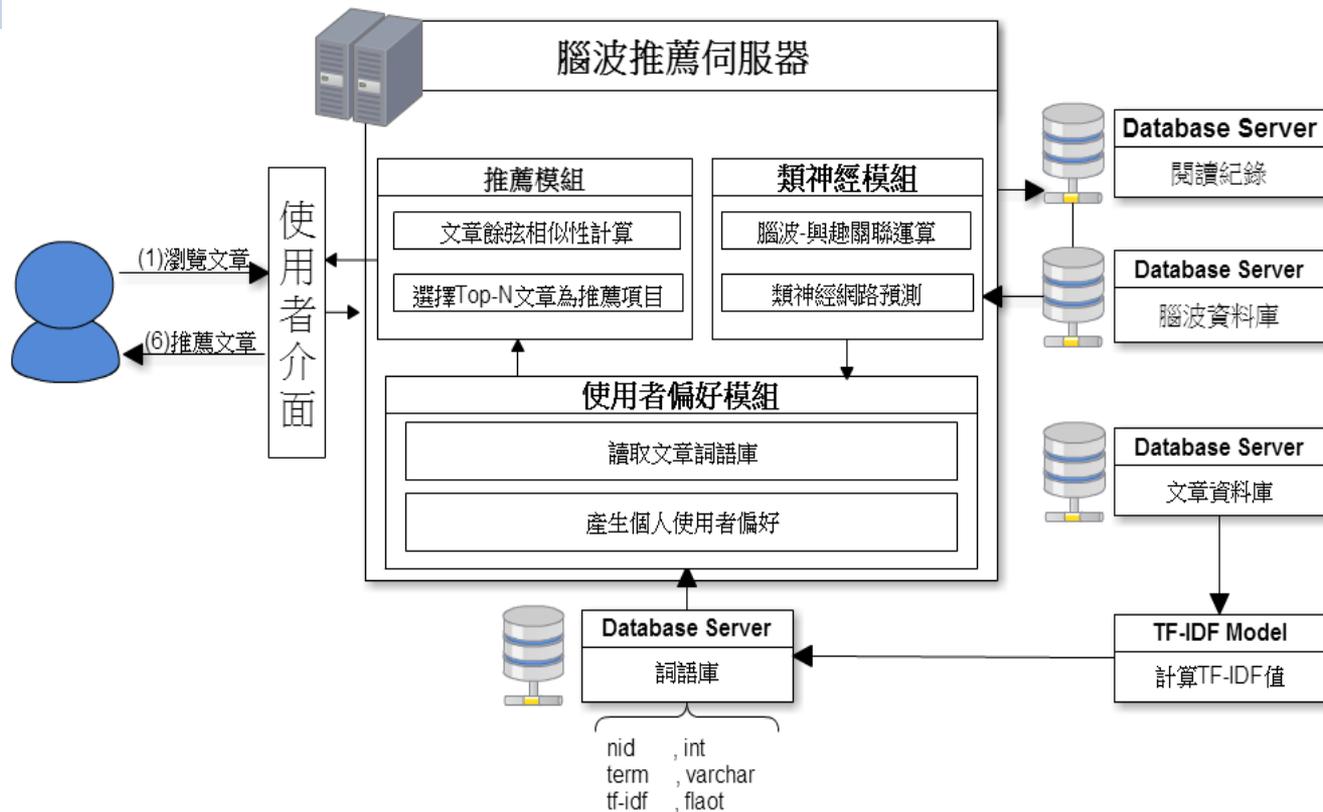
輸入單元	輸入單元定義	輸出單元
Times	(上升次數 - 下降次數) / 總次數	分類1、分類2
Slope	所有達門檻值(0.8/-0.8)的點所形成的斜率總和	

### 第六次訓練結果



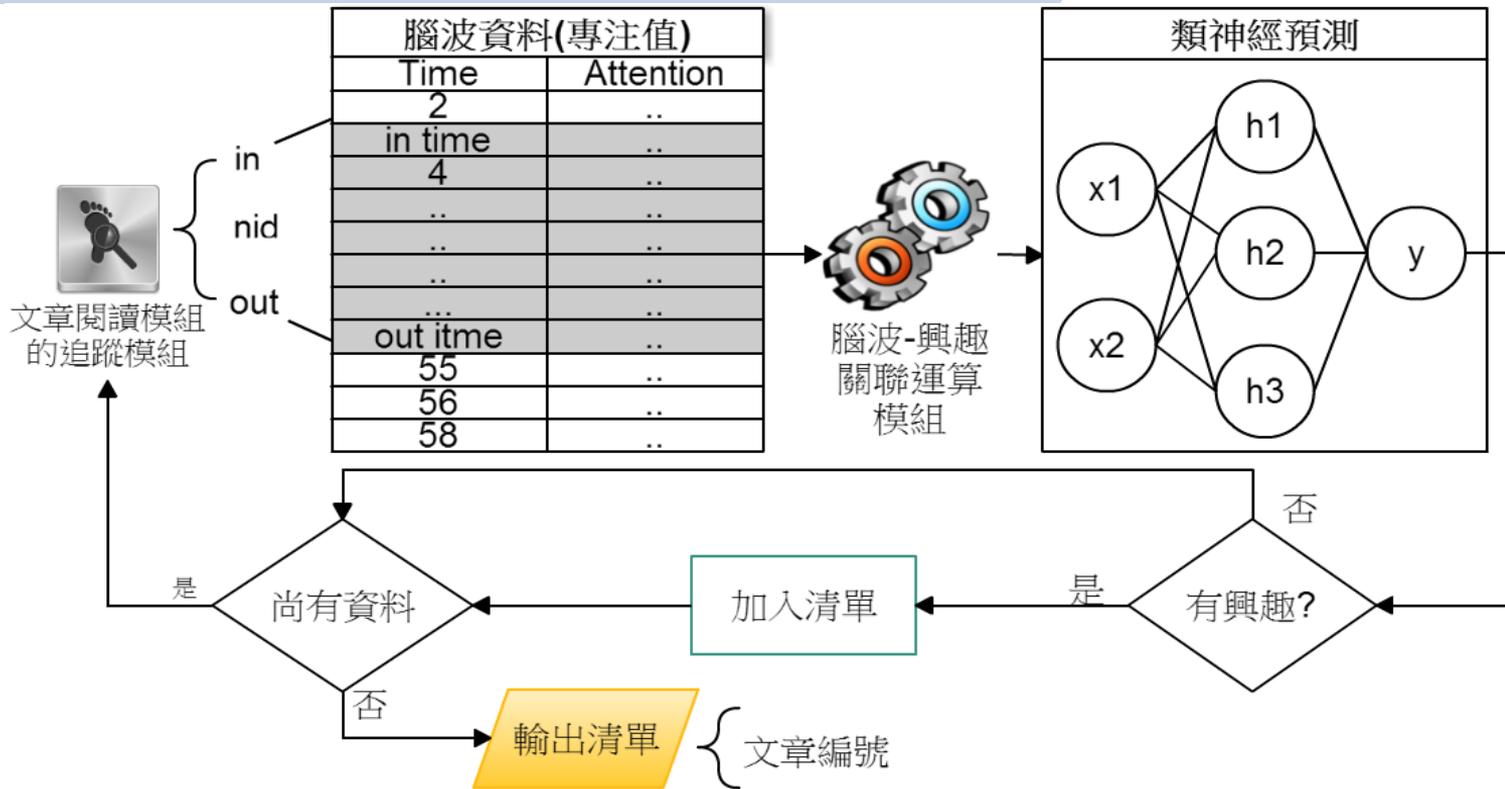


# 實驗二：系統架構(1/4)



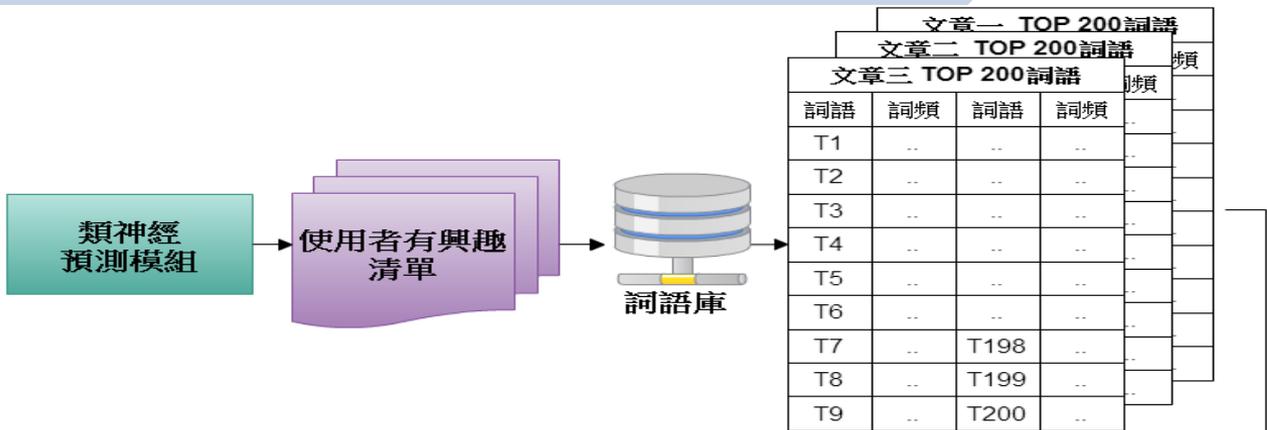


# 實驗二：系統架構(2/4)





# 實驗二：系統架構(3/4)



**User Profile 詞頻向量空間**

文章三 TOP 200 詞語				文章二 TOP 200 詞語				文章一 TOP 200 詞語			
詞語	詞頻	詞語	詞頻	詞語	詞頻	詞語	詞頻	詞語	詞頻	詞語	詞頻
T1	..	..	..	T1	..	..	..	T1	..	..	..
T2	..	..	..	T2	..	..	..	T2	..	..	..
T3	..	..	..	T3	..	..	..	T3	..	..	..
T4	..	..	..	T4	..	..	..	T4	..	..	..
T5	..	..	..	T5	..	..	..	T5	..	..	..
T6	..	..	..	T6	..	..	..	T6	..	..	..
T7	..	T198	..	T7	..	T198	..	T7	..	T198	..
T8	..	T199	..	T8	..	T199	..	T8	..	T199	..
T9	..	T200	..	T9	..	T200	..	T9	..	T200	..



# 實驗二：系統架構(4/4)

## ■ 推薦模組

User Profile 詞頻向量空間			
詞語	詞頻	詞語	詞頻
T1	..	..	..
T2	..	..	..
T3	..	..	..
T4	..	..	..
T5	..	..	..
T6	..	..	..
T7	..	..	..
T8	..	..	..
T9	..	TN	..

文章一 詞頻向量空間			
詞語	詞頻	詞語	詞頻
T1	..	..	..
T2	..	..	..
T3	..	..	..
T4	..	..	..
T5	..	..	..
T6	..	..	..
T7	..	T198	..
T8	..	T199	..
T9	..	T200	..

$$sim(d_i, d_j) = \frac{\sum_k w_{ki} \cdot w_{kj}}{\sqrt{\sum_k w_{ki}^2} \cdot \sqrt{\sum_k w_{kj}^2}}$$

相似性清單

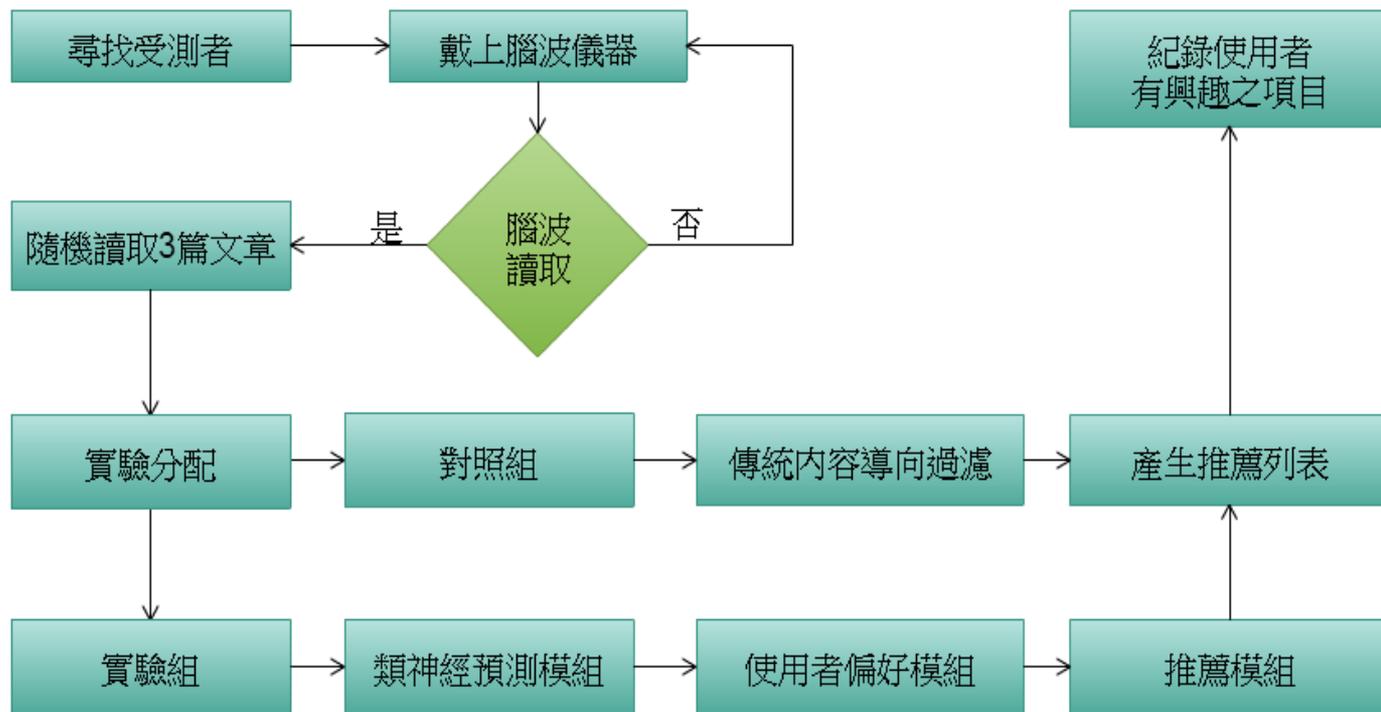
nid,  
similarity,

Sort by Similarity  
DESC

TOP 5 similarity  
推薦清單



## 實驗二：實驗流程





## 實驗二：實驗文章類別及數目

- 實驗文章：新聞類文章，挑選每篇文章字數約1300至1500個中文字。

文章類型	文章數量
職場力	16
財經	14
科技	12
生活	17
理財	12
產業	10
兩岸全球	11
環境	13
教育	15
經營管理	13
人物觀點	10



## 實驗二：實驗樣本

- 64位受測者，31位實驗組、33位對照組
- 男生42%、女生58%
- 學歷以大學、研究所為主
- 年齡約22~26歲



## 實驗二：實驗結果

■ 驗證公式：
$$\text{precision} = \frac{\text{Correct recommended items}}{\text{recommended items}} * 100\%$$

■ 實驗結果：

組別	精準度
實驗組	67%
對照組	46%



## 實驗二：實驗結果(cont.)

### ■ T統計檢定

類別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
1	31	0.677419	0.0990275	0.0177859
2	33	0.460606	0.1766695	0.0307542

T	自由度	顯著值	平均差異	標準誤差	信賴區間	
					下界	上界
<b>6.003</b>	62	.000	0.2168133	0.0361204	0.1446097	0.2890169



# 研究結論

- 腦波與使用者興趣之間的關聯性
  - ▷ 透過類神經網路將使用者所看過的文章利用腦波訊號分類為有興趣、沒有興趣兩類。
  - ▷ 腦波訊號逐漸向上且斜率大於0.8時則代表著使用者目前是處於有興趣的狀態。
- 腦波可利用於推薦系統之設計
  - ▷ 利用腦波來過濾掉使用者雖然看過但卻沒有興趣的文章，爾後再利用使用者有興趣的項目來進行推薦，確實能比傳統的內容推薦有效。

# 應用經驗模式分解及類神經網路開發 以腦波為基礎之推薦系統

陳灯能、張哲綸

1. C.Y. Lai, Z.L. Jhang, and D.N. Chen, “To Design and Implement a Recommender System based on Brainwave: Applying Empirical Model Decomposition (EMD) and Neural Networks,” *The 52nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2019)*, Maui, Hawaii, USA, Jan 8- 1, 2019.
2. 陳灯能、張哲綸，「應用經驗模式分解及類神經網路開發以腦波為基礎之推薦系統」，*2018服務科學研究論壇*，嘉義，2018年9月14日。
3. D.N. Chen, and Z.L. Jhang, “A Personal Book Recommendation System Based on Brainwave Analysis,” *The 16th Annual Pre-ICIS Workshop on HCI Research in MIS*, Seoul, Korea, December 10, 2017.



# 研究背景

- 龐大的資訊會使得使用者在閱讀網路資訊上的困擾，即所謂的資訊超載。
- 資訊過濾、資訊擷取、推薦系統相關研究受到重視，協助使用者有效的獲取關鍵資訊。
- 神經資訊學(NeuroIS)結合腦神經科學及資訊系統研究，發展出新的推薦系統研究可能性。



## 研究動機與目的(1/2)

- 傳統推薦系統透過使用者的外在行為(內容推薦)或者是集合相似偏好的使用者關聯(協同推薦)所建立的推薦系統模型。
- 本研究以腦波訊號為基礎，開發一套以書籍為商品的推薦系統，透過受測者的腦波訊號變化預測受測者的偏好，推薦受測者喜歡的書籍。



## 研究動機與目的(2/2)

- 腦波訊號具有非穩態 (non-stationary) 和非線性 (nonlinear) 的特性，實務上常因腦波訊號的不穩定且易產生離群值而造成判斷上的偏差，特別是倘若考量設備的成本及輕便性而使用單通道式腦電波儀則此問題更為嚴重。
- 腦波訊號前處理→經驗模態拆解法 (Empirical Mode Decomposition, EMD)
- 腦波訊號模式建立→倒傳類神經網路



# 文獻探討：腦波資訊系統應用

## ■ 腦波

- ▷ Delta (1Hz~4Hz: 代表無意識狀態)
- Theta (4Hz~8Hz: 夢境或冥想時, 屬於潛意識的波)
- Alpha (8Hz~13Hz: 專注力下降、身體放輕鬆)
- Beta (13Hz~30Hz: 專注於思考、推理, 或壓力大心情緊張)
- Gamma (36Hz~44Hz: 提高意識專注在某件事情)

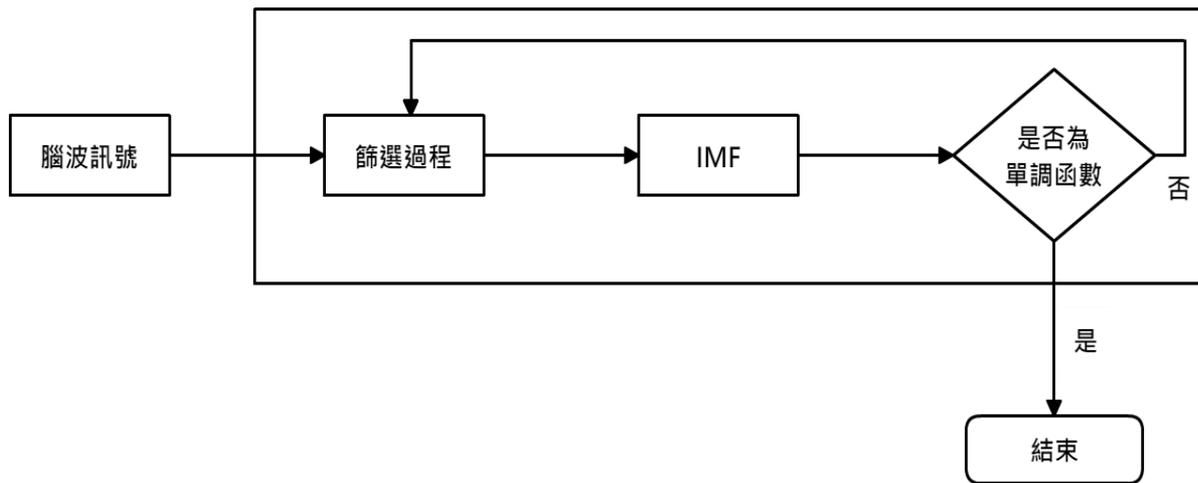
## ■ 腦波應用

- ▷ 取代傳統問卷、測量專注、測量情緒、疾病關聯、測量偏好



# 文獻探討：經驗模式分解(EMD)

- 腦波→IMF(本質模態函數)



- 生醫研究已應用EMD在處理腦波訊號的非線性問題 (Li et al., 2013; [Martis](#) et al., 2015; Fu et al., 2015)。



# 系統架構

## ■ 第一階段

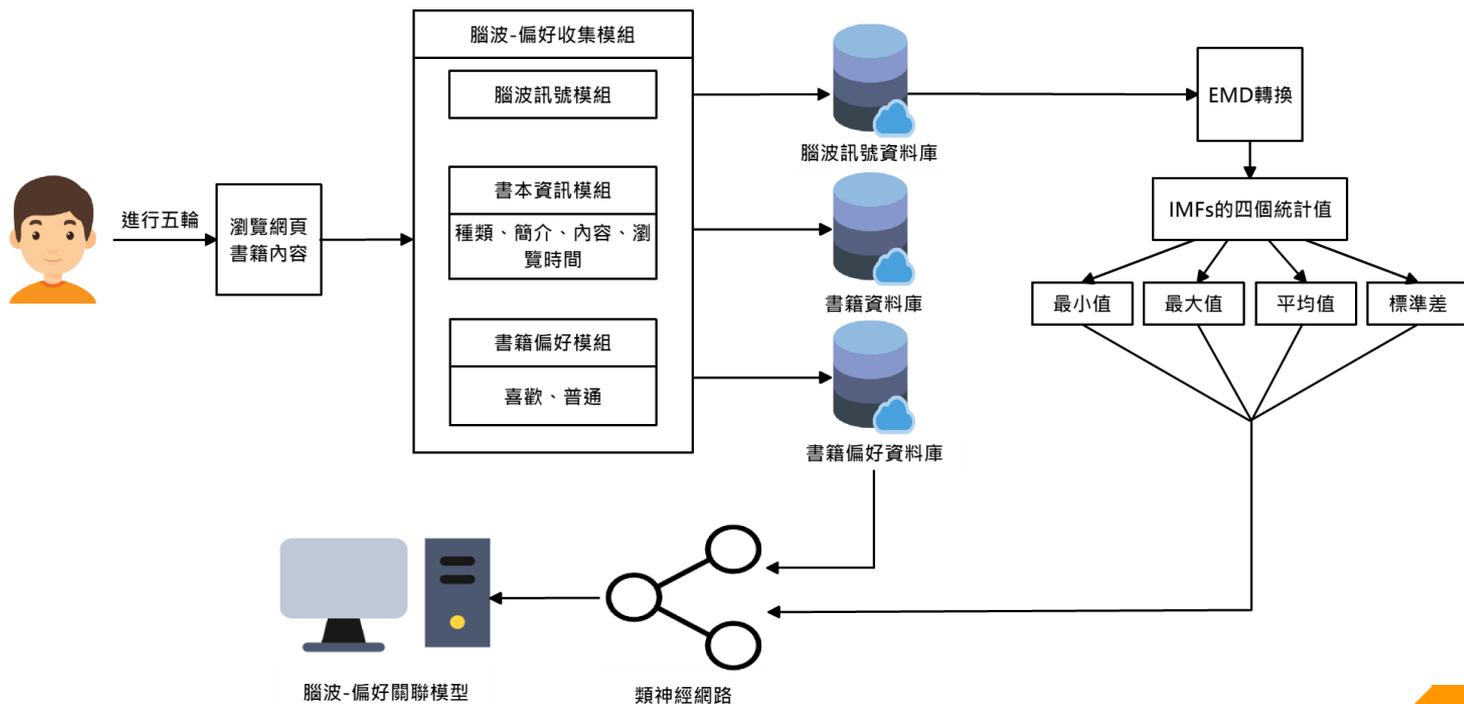
- ▷ 將腦波訊號經由EMD轉換後解決腦波訊號非線性和非穩定的問題，再透過類神經網路建構腦波-偏好關聯模型。

## ■ 第二階段

- ▷ 藉由上一階段所建立的模型，建立個人化書籍推薦系統，預測受測者的偏好並評估系統效能。



# 第一階段實驗系統架構





# 腦波訊號模組

- 本研究採用的腦波儀為NeuroSky公司所開發的Mindwave做為實驗設備。
- 目前能取得的數據有：原始腦波訊號、NeuroSky公司研發的eSense指標為專注度、冥想度、以及alpha、beta、delta、theta、gamma。
- 本研究將採用受測者的原始腦波訊號做為實驗數據。

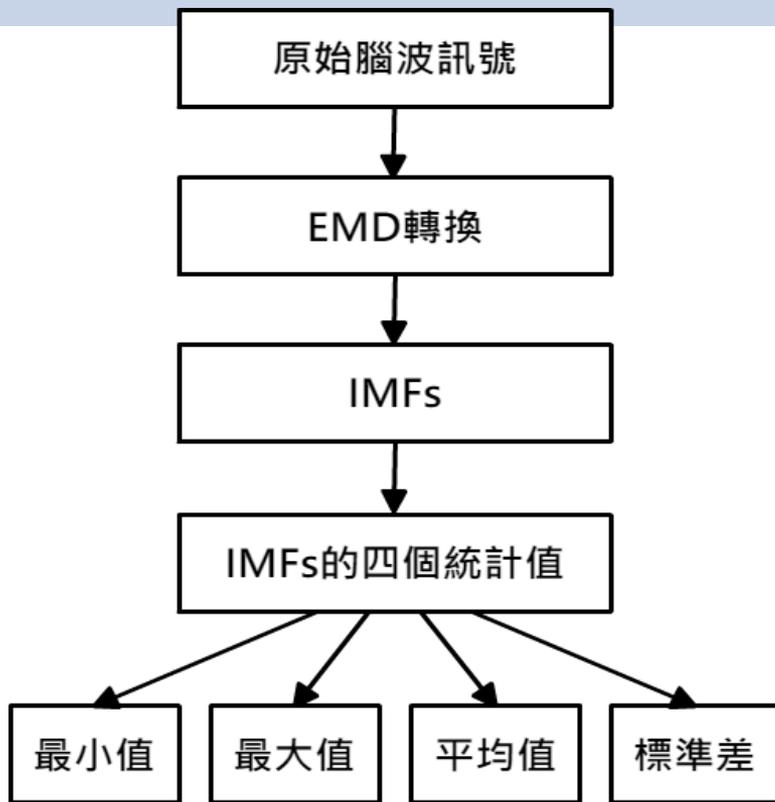


## 偏好收集模組

- 記錄受測者瀏覽的書籍種類、瀏覽時間
- 書籍偏好項目：喜歡、普通



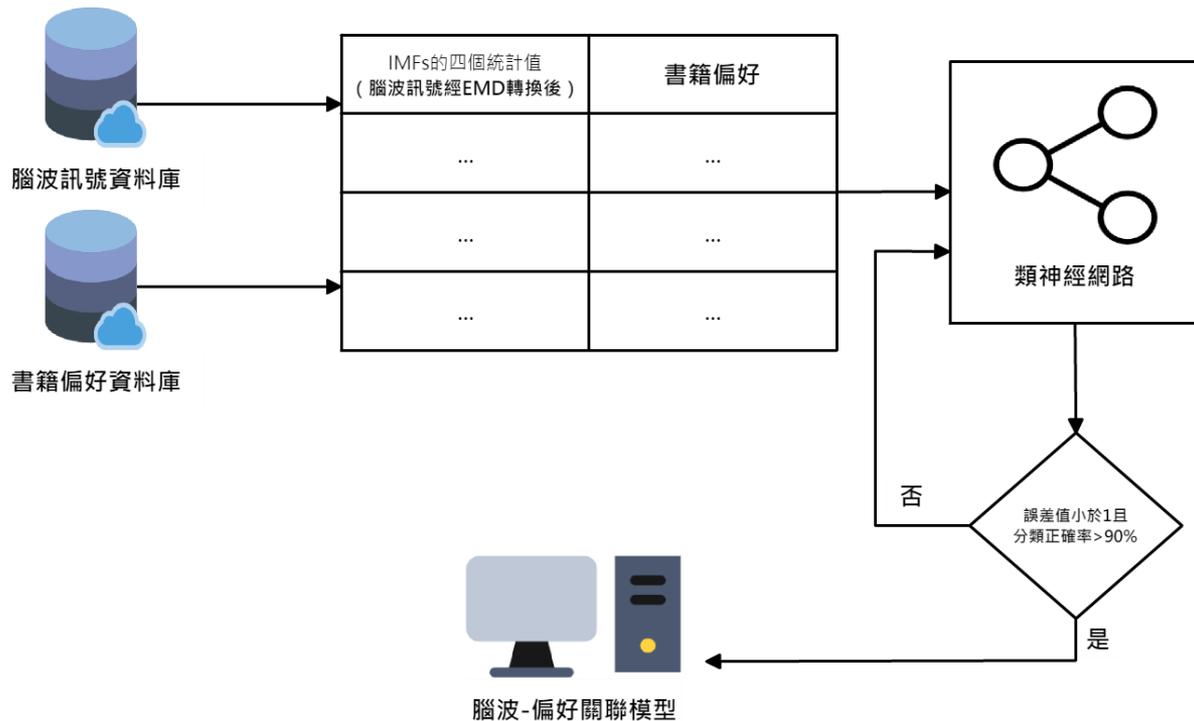
# EMD模組



(Djemili et al., 2016)

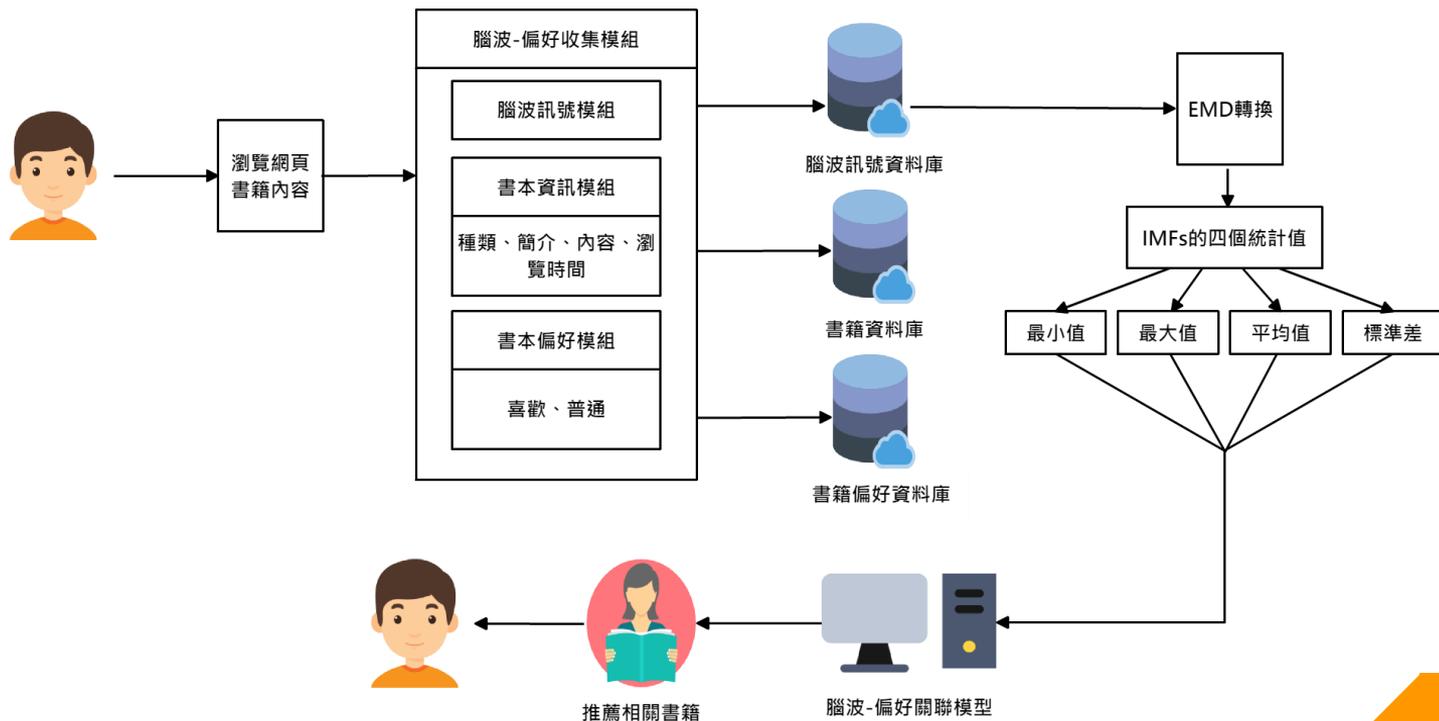


# 類神經網路模組





# 第二階段實驗系統架構



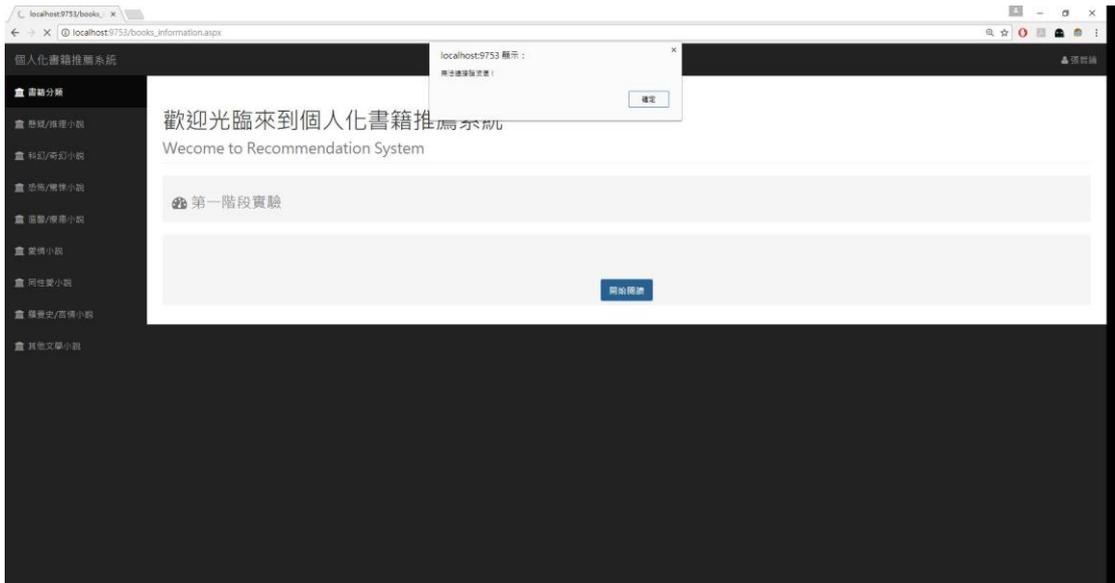


## 實驗設計(1/3)

- 本研究共分為兩個階段，第一階段為建立腦波-偏好關聯模型；第二階段則是以上一階段所開發的腦波-偏好關聯模型，建立一個網路書籍商店的推薦系統。
- 兩階段都必須收集受測者的腦波訊號，因此都以實驗法進行研究。



# 實驗設計(2/3)





# 實驗設計(3/3)

個人化書籍推薦系統

書籍分類

- 懸疑/推理小說
- 科幻/奇幻小說
- 恐怖/驚悚小說
- 溫情/療癒小說
- 愛情小說
- 同性愛小說
- 歷史/言情小說
- 其他文學小說

## 其他文學小說

Other Literary Novels

第一階段實驗

### 內容簡介

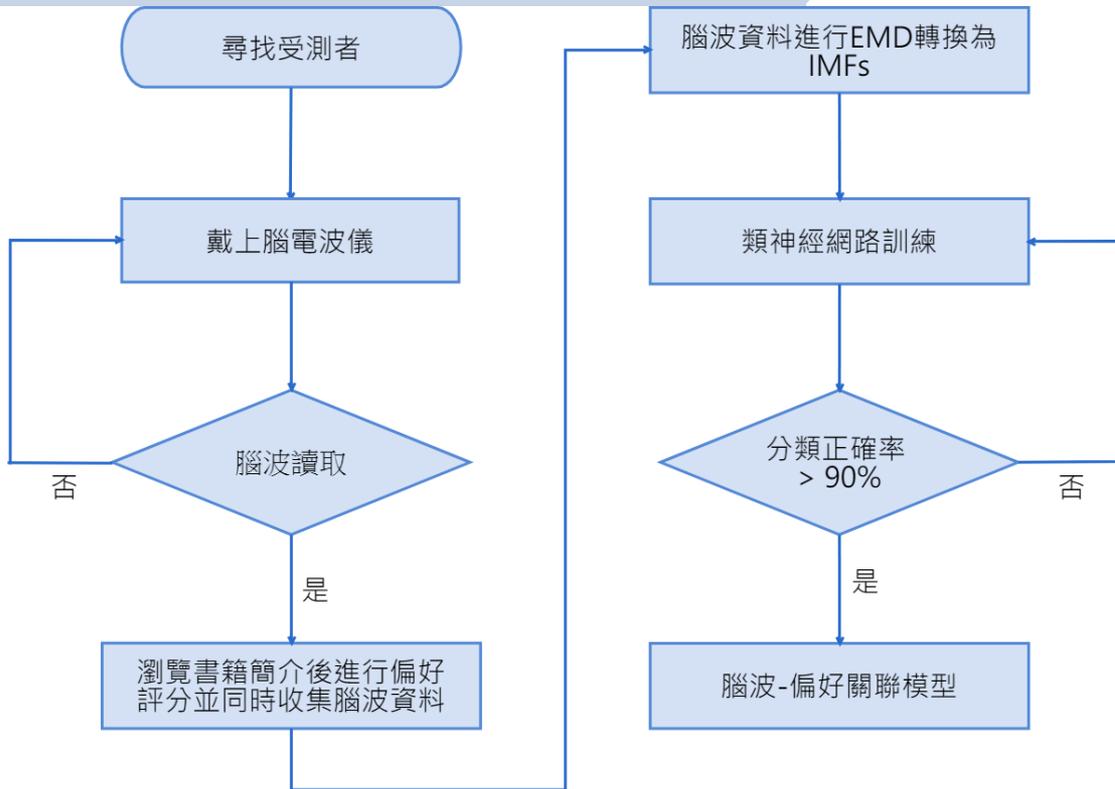
大千世界裡，無奇不有，  
充滿了各種你想得到的和你想不到事，  
而人性的光明與黑暗隨處，  
更無時不考驗著我們的心，  
透過黑色幽默，  
看盡人生百態。

花園裡的獨角獸是怎麼回事？  
是先生的謊言還是妻子的幻想？  
神秘的魔盒中裝的是什麼？  
是珍奇的珠寶還是家的味道？  
能讓人幸福的奇妙禮物是什麼？  
一枚鑽戒、一棟房子，還是一朵玫瑰花？  
神秘、幽默、驚奇，  
令人回味無窮的故事盡在其中！

### 內容連載

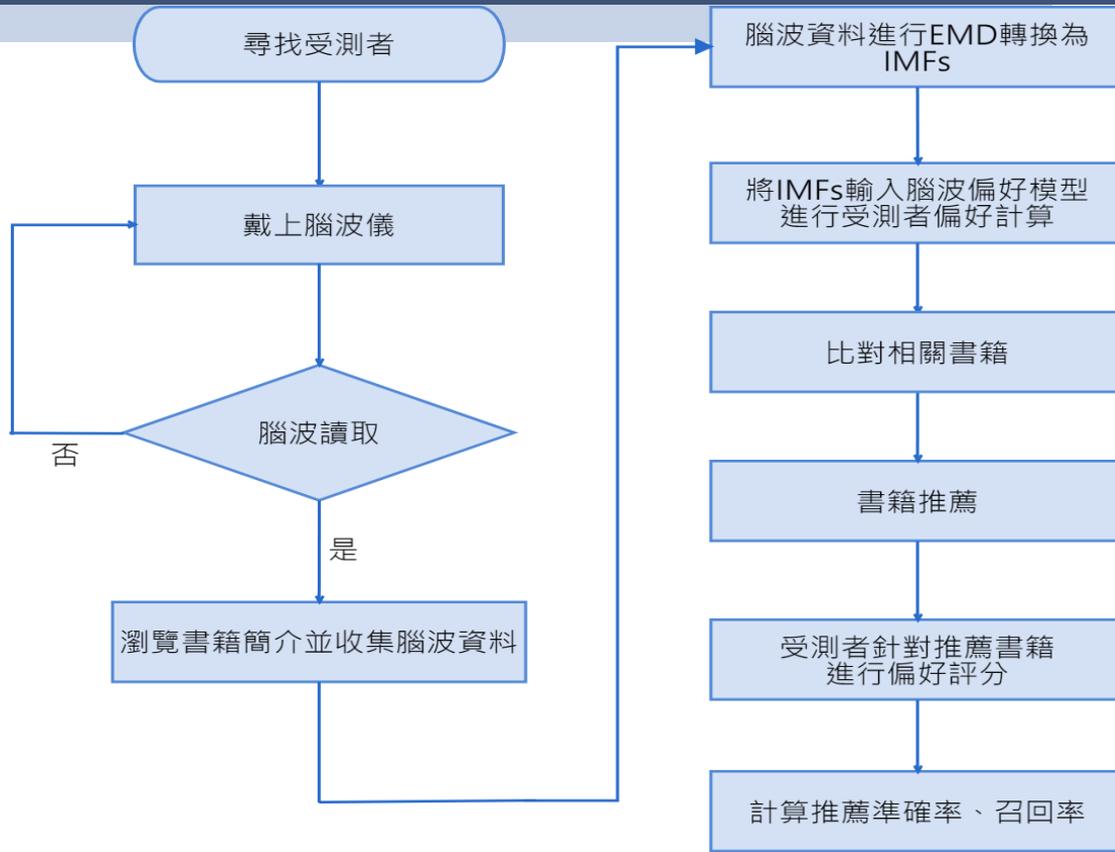


# 第一階段實驗流程





# 第二階段實驗流程





# 書籍種類及數量表

書籍種類	數量
懸疑/推理	10
科幻/奇幻	10
恐怖/驚悚	10
溫馨/療育	10
愛情	10
同性愛	10
羅曼史/言情	10
其他文學	10



# 書籍資料表

書籍編號	種類	書名	作者	簡介	內容
1	懸疑/推理	....	...	...	...
2	懸疑/推理	...	...	...	...
3	懸疑/推理	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
80	其他文學	...	...	...	...



## 第一階段實驗 - 受測者數據

- 受測者20位，年齡介於21~26歲。
- 男生比率為75%、女生比率為25%。
- 受測時間為20~30分鐘。
- 剔除無效樣本之後，有效樣本共123筆資料。



## 第二階段實驗 – 受測者數據

- 受測者50位，年齡介於21~26歲。
- 男生比率為66%、女生比率為34%。
- 受測時間為20~30分鐘。
- 剔除無效樣本之後，有效樣本共122筆資料。

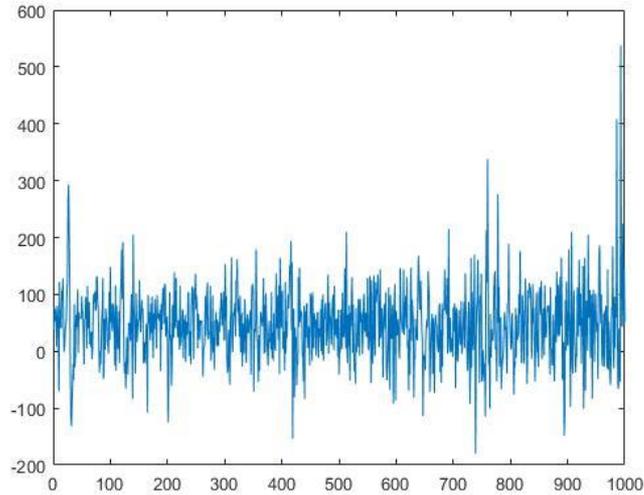


# 腦波訊號前處理

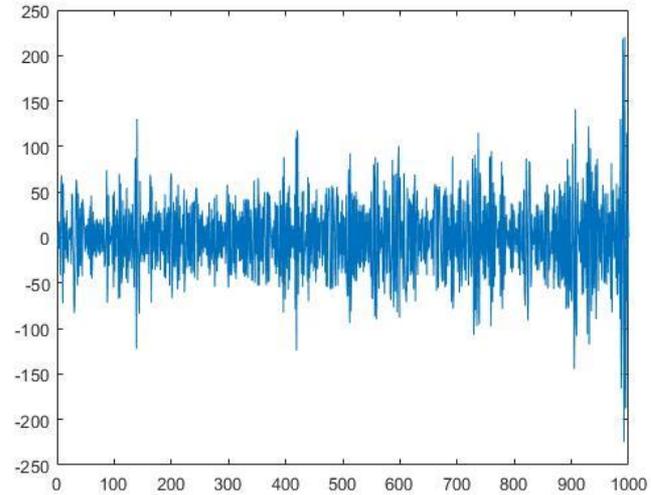
- 腦波訊號會隨著受測者閱讀時間的長短不一致而有所不同，本系統每0.1秒擷取一筆腦波訊號，在進行類神經網路訓練之前，必須將資料切割為固定長度，本研究會取資料中間的1000筆資料做為分析數據，這樣處理是為了符合本研究所採用的EMD轉後的腦波訊號擷取的每段IMF特徵值都一致所做的資料處理。



# 腦波EMD轉換(1/5)



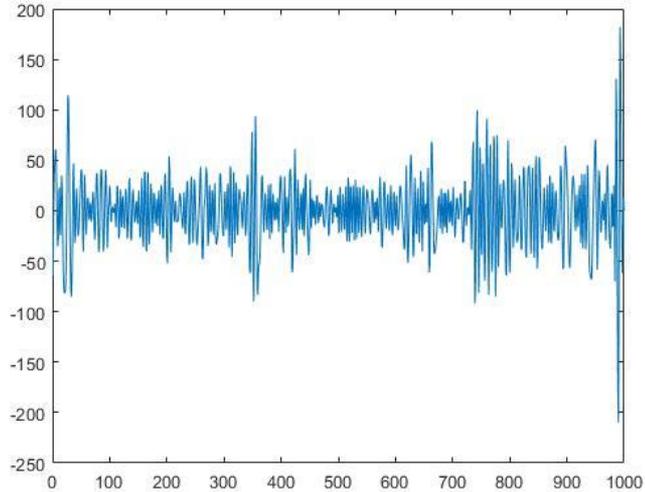
原始腦波訊號



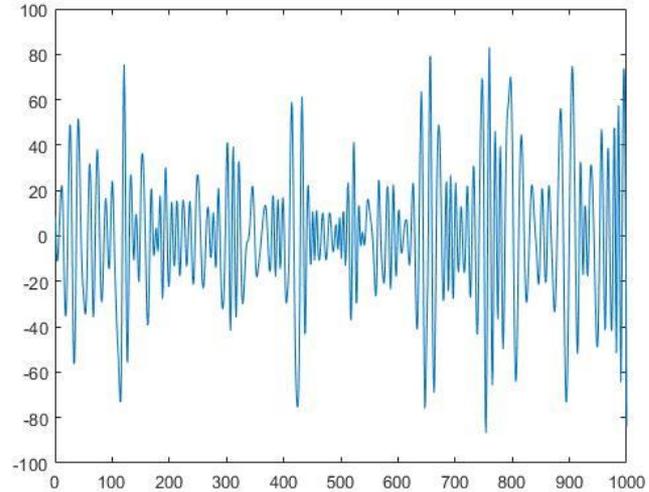
IMF1



# 腦波EMD轉換(2/5)



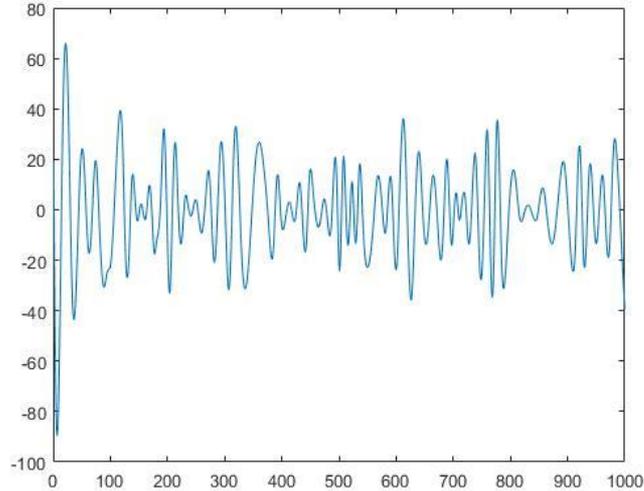
IMF2



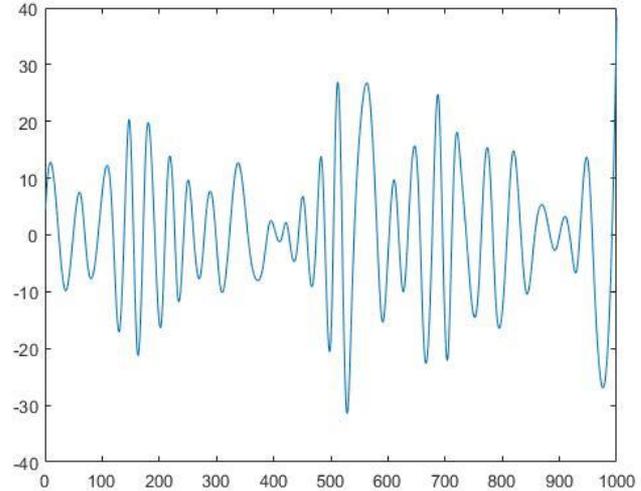
IMF3



# 腦波EMD轉換(3/5)



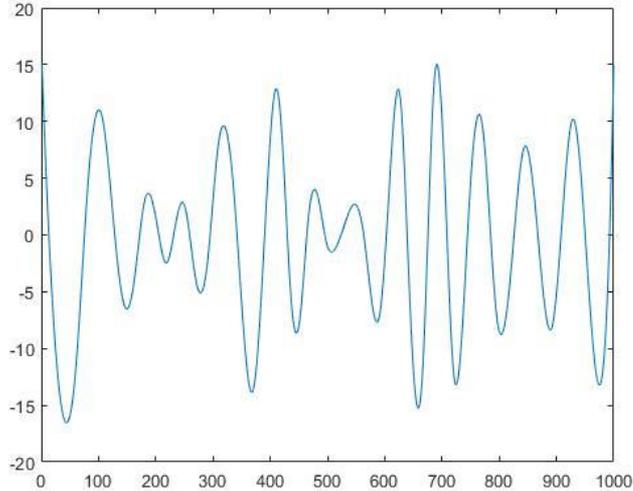
IMF4



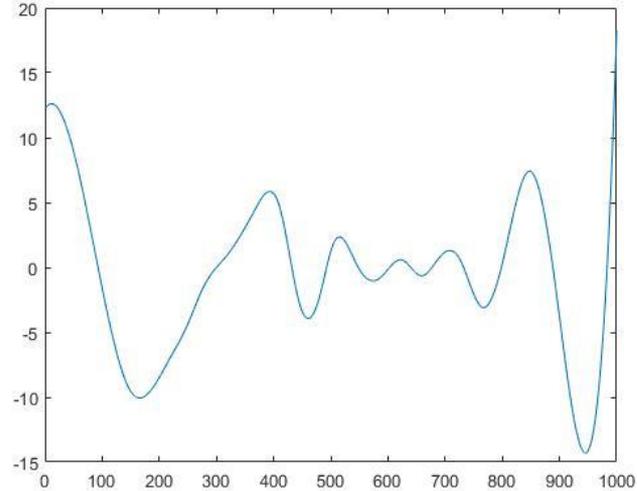
IMF5



# 腦波EMD轉換(4/5)



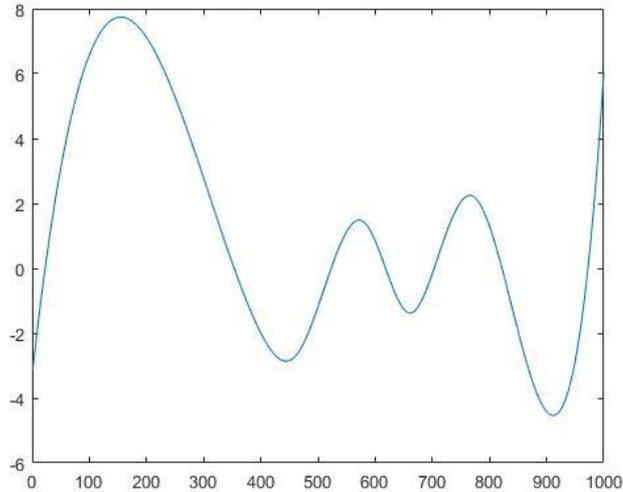
IMF6



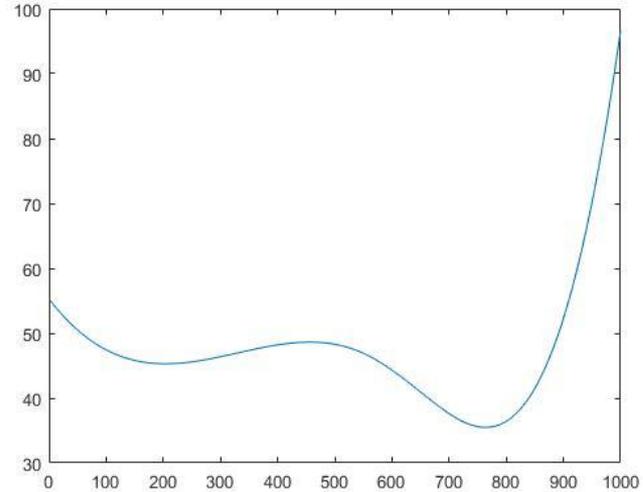
IMF7



# 腦波EMD轉換(5/5)



IMF8



餘波



# 類神經網路模型

輸入單元	輸出單元
各段IMF的最大值、最小值、平均值、標準差	喜歡 1 普通 2

類神經網路參數	設定
輸入層	32
隱藏層	1
隱藏層節點	20
輸出層	2
學習率	0.1

第一階段模型訓練分類正確率達98%



## 第二階段實驗分析

- 正確率 =  $\frac{a+d}{a+b+c+d} * 100\%$

- 精確率 =  $\frac{a}{a+c} * 100\%$

- 召回率 =  $\frac{a}{a+b} * 100\%$

正確率	56.6%
精確率	50%
召回率	60.4%

	系統分類為喜歡類	系統未分類喜歡類
屬於喜歡類	32 (a)	21 (b)
未屬於喜歡類	32 (c)	37 (d)



## 結論

- 本研究首次利用EMD進行腦波訊號處理並將之實作於推薦系統的開發，透過經驗模式分解的方法將能有效的將腦波訊號有效的分解成單調函數，以便於類神經網路進行後續模型的建立，也能有效的利用腦波訊號評估使用者的偏好，並開發以腦波為基礎的個人化推薦系統，這樣的系統開發架構可以提供後續相關資訊系統開發者的參考。



Thanks for your attentions!  
Q & A