

自動化學習情緒辨識與回饋系統及其檢測報告

林珊如、陳瑋

國立陽明交通大學 教育研究所

E-Mail: sunnylin@mail.nycu.edu.tw

一、前言

開發科學教育實作型產品(軟體、教具、玩具、實驗器材)需要考慮的因素包含: 產品要用在哪一個學科(或跨學科)、訴求的使用對象年齡/知識層、設計產品的學理依據、以及市場需求, 通常會提出產品的測試報告。以下說明我的團隊設計之學習歷程回饋系統及產品測試的考量。

如果把科學教育實作型產品分為兩大類, 第一類是「與特定學科主題直接有關」的產品, 例如化學桌遊(卡牌或模型)在化學課的元素週期表單元才能使用。第二類則是「不被特定學科主題綁定」的產品, 可以用在某些學科或年齡層的範圍。無論是哪一類產品, 教育界測試產品的目標主要希望讓老師更容易教學, 讓學生找到更好的策略而且學得好。學得好的意義包含至少三個層面: 認知、技能與情感(見表 1), 也就是使用產品後要學到正確、豐富、有用的概念系統, 學到能解決問題的技能或合作解決問題的社會技巧, 培養出積極正向的動機與學習興趣。如果設計產品目標與所要學習的化學元素知識有關, 產品測試有必要提出證明資料報告在某些學生群體使用的實證過程與結果, 例如發現學習元素週期表知識及應用能力有所提升。以下分享本人參與設計的「自動化學習情緒辨識與回饋系統」(Arles)的測試歷程與決策。

二、自動化學習情緒辨識與回饋系統介紹

本人和交通大學電控所教授吳炳飛合作設計一款可用在線上或實體教室的「自動化學習情緒辨識與回饋系統」(*Automatic recognition-feedback of learning emotions, Arles*), 第一期的目標是要支援學生在遠距或實體教學時能多方了解自己的專注力與學習動機, 提供回饋與反省的依據, 藉以改進學生的學習方法與體驗。Arles 包含三個模組: 1. 自動化臉部情緒辨識工具(FEAT), 2. 台灣動態臉部情緒資料庫(TDFED), 及 3. 學習情緒回饋工具(LEFT)。

1. 自動化臉部情緒辨識工具 (Facial Emotion Analysis Tool, FEAT)

吳炳飛教授團隊設計的 FEAT 之功能包括 A. 動態人臉辨識及 B. 動態臉部情緒辨識, 人臉外觀模型的目的在於對人臉面部建模, 找出一些臉部的關鍵點, 透過關鍵點比較容易掌握臉部的變化, 以關鍵點的位置為基礎截取臉部各區域的特徵。以深度學習為基礎的人臉外觀模型對齊演算法先透過一個模型決定外觀模型的初始位置, 並以初始位置為基礎使用其他模型做誤差計算, 所計算的誤差用來更新各關鍵點的位置, 一直重複疊代直到收斂為止。進一步利用 Region-Aware Aggregation Network (RAAN) 模式進行「影片動態人臉辨識」,

目的在於將每個人臉影像的各個局部區域給予適當的權重，在一連串的人臉影像中(同一人)，抑制被遮擋、模糊或是角度太大的區塊或人臉影像，將人臉的確切特徵加強，藉此把這些影像特徵做出加權平均，合成一個特徵，最後僅需要在資料庫中做一次性的比對即可，相較於直接比對的方式，目前吳炳飛團隊的方法在實際場景測試中，提升了 7%以上的辨識正確率。此一 RAAN 人臉辨識技術已經與交通大學圖書館合作，為全國第一個以人臉辨識入館的圖書館，並且已與我國陸軍專校的艾迪訊圖書館自動化系統做出整合，該校學生可以經由人臉辨識，自主借還書。

此外，吳炳飛團隊也使用 Recursive CNN 演算法決定表情的單一基本情緒類別、或以臉部情緒表達肌肉組合(Action Unit)的移動做多類別情緒的判斷。透過多通道的 CNN 將局部的特徵擷取與臉部情緒表達支肌肉組合(Action Units)的辨識在一個深度模型下完成，再根據每個關鍵點的位置取下局部圖塊後，會將這些圖塊輸入到各自的 CNN 特徵擷取模型，最後將各模型截取的特徵匯集起來，透過一個 Deep Neural Network (DNN)做多類別的辨識，依據 DNN 的輸出得知所輸入的人臉影像上各個 AU 的表現程度多寡(機率值)，對人臉情緒做進一步的分析 FEAT 的操作介面見圖 1。

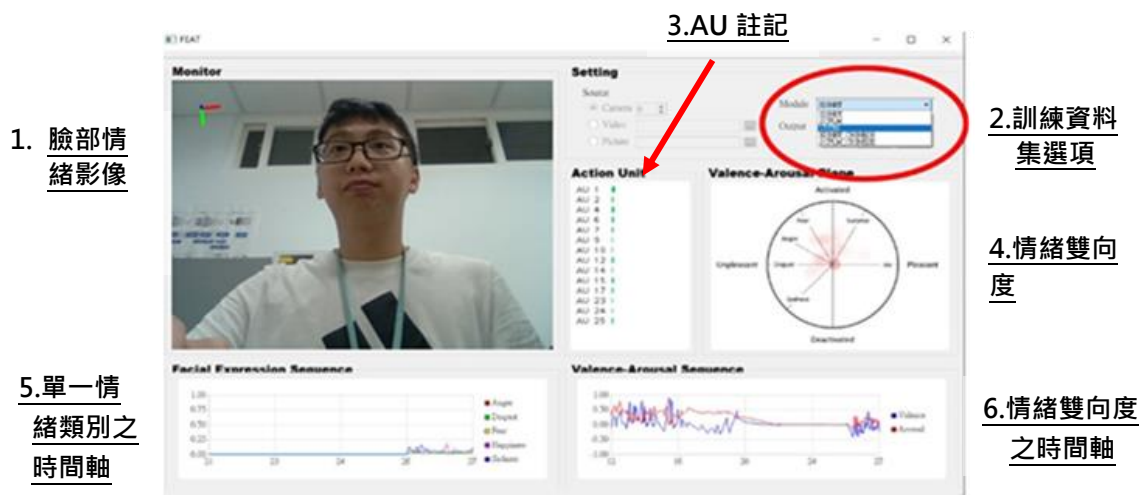


圖 1: Arles 模組一：自動化臉部情緒辨識工具 (Facial Emotion Analysis Tool, FEAT)之操作介面

2. 台灣動態臉部情緒資料庫(Taiwan Dynamic Facial Emotion Database, TDFED)

全世界的人臉表情資料庫很多，但一直都還沒有台灣人的動態人臉或動態情緒表情資料庫，FEAT 使用其他各國人臉表情資料庫作訓練集，但辨識台灣人情緒表情的準確度無法令人滿意。因此在 2017-2020 年，四位教授通力合作下(本人、陽明交大黃育綸、台科大王淑玲、清大王淳民)以完善的實驗設計收集「表演」及「真實刺激引發」的情緒臉部表情，建立「台灣動態臉部情緒資料庫」(TDFED)。影片拍攝時包含多角度，包含表情發展的動態歷程，從情緒激發的起始點、最大表情到情緒減弱都完整記錄。以 Ekman 與 Friesen (1978)的臉部動作編碼系統 (The Facial Action Coding System, FACS) 訓練 20 位 AU 辨識專家，其訓

練通過國際證照審核，依據判斷準則(rule based)進行兩類編碼/註記: 1.註記臉部情緒分類(基本情緒: 快樂、驚訝、生氣、悲傷、厭惡、害怕，及學習情緒: 焦慮、無聊困惑)，2.註記臉部情緒的 AU。TDFED 總計收集、篩選出 65,104 張臉部表情動態圖片，並進行兩類註記。FEAT 利用 TDFED 的臉部表情動態圖片訓練後，自動化偵測基本情緒與學習情緒的準確度提升到可接受的程度。

3. 學習情緒回饋工具(Learning and Emotion Feedback Tool, LEFT)

Arles 的第三個模組由本文兩位作者設計，要提供回饋以協助學生在學習的動態歷程自我理解，稱為: 學習情緒回饋工具(Learning and Emotion Feedback Tool, LEFT)。目前已經在實驗室及真實課堂兩種數學解題的情境使用 LEFT，學生可以看到自己解每一題數學題全程的多種臉部情緒紀錄(圖 2)及彙整報告(圖 3)。

圖 2 是 LEFT 的第一種回饋介面(單一題解題歷程)，學生可以在解題(Q1~Q4)完成後，回播自己解題歷程的表情錄影、基本情緒與學習情緒的偵測數據分析，每一曲線圖均配有情緒臉錄影(由於對受試學生臉部影像簽有保密協定，在此不予呈現)。X 軸為時間，Y 軸為自動偵測臉部情緒的信心值(機率)。六種顏色曲線代表不同的學習情緒: 嚴肅專注、困惑、煩惱、焦慮、愉悅與驚訝。圖 2 顯示一位學生解 Q1 題時表情從驚訝轉為愉悅(解題成功)，解 Q2 題時表情從愉悅轉專注嚴肅(解題成功)，解 Q3 題時表情從驚訝轉困惑轉專注嚴肅(解題部分失敗)，解 Q4 題時表情全程為焦慮(解題失敗)。圖 3 是 LEFT 針對學生學習作業所有題項匯總的回饋介面，左邊呈現 Q1-Q4 解題歷程中單一時間點抽取信心值最高的單一情緒類別，及各情緒展現的時間百分比，左邊是總結的文字建議。

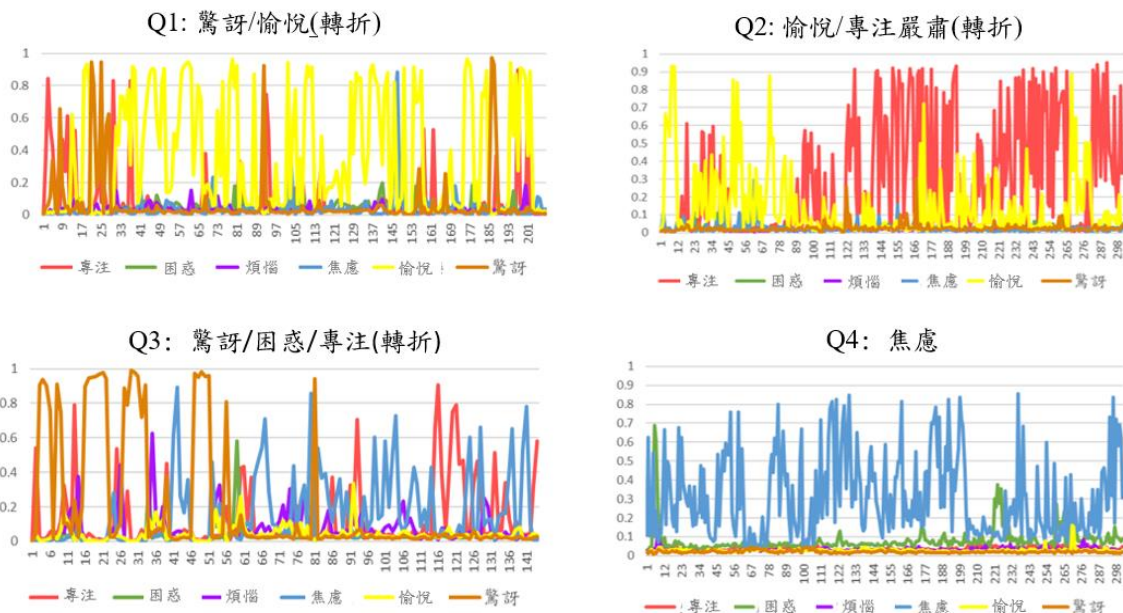
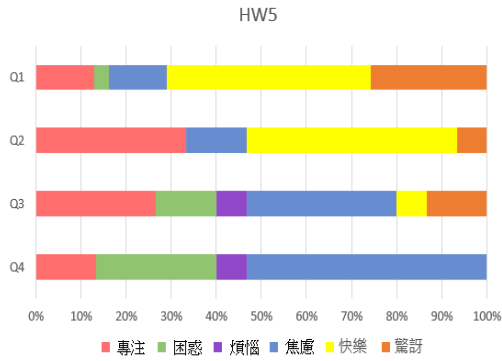


圖 2: Arles 模組三 LEFT 之單題回饋介面範例，提供一位學生 Q1~Q4 題解題歷程的多元學習情緒，X 軸為時間，Y 軸為自動偵測臉部情緒的信心值(機率)。六種不同顏色曲線代表不同的學習情緒。

作業5總回饋



- 你在回答 Q1與Q2 的過程表現出相對有自信: 早期表現出專注嚴肅與沉穩，後期顯出愉悅與成就感的表情。相信你對答案很有把握，請繼續保持!
- 你在 Q3 解題時表現出由負到正的情緒轉折: 一開始是長時間的困惑、煩惱與焦慮，等到快要解出答案終於有輕鬆愉快的表情，你可能還有相關概念不夠清楚，建議打開課本相關章節重新複習，未來面對相似的問題才有足夠的概念與解題技巧!
- 你在 Q4 解題時表現出長時間的困惑與焦慮，無法解答: 如果無法解答，先不要覺得挫敗或自責，請重新溫習課本，建議要詢問老師或助教，積極找到困難所在。

圖 3: Arles 模組三 LEFT 之作業匯總回饋介面範例，匯總一位學生在多個題目解題的情緒及動機訊息，左邊為解題歷程單一時間點信心值最高之學習情緒及時間百分比，右邊為文字說明與建議

三、產品測試

設計學習產品支援教學與學習的功能可以包含以下四個特性(詳見表 1)，建議在檢測初步產品時要依據產品特性採用不同的檢測方式進行。

1. 產品的學科屬性(特定學科主題、無特定學科主題-跨學科)，
2. 使用者的身份(老師、學生、師生共同)，
3. 使用人群的數量(個人、團體)，
4. 產品功能支援學習的哪一種學習目標(認知、技能或情感)。

表 1: Arles 系統產品測試目標之規劃

產品的學科屬性	與特定學科主題直接有關					不被特定學科主題綁定				
	老師		學生		師生	老師		學生		師生
使用者身分										
人群數量	個人	團體	個人	團體	團體	個人	團體	團體	個人	團體
產品測試支援三種學習目標之順序 A-B-C									A 情感-排序一 B 技能-排序二 C 認知-排序三	
產品測試情感目標之測試策略									A-1 準確度改善證明 A-2 情緒-動機關聯	
產品測試技能目標之測試策略									B-1 實驗室之學生數學解題難度歷程，建立基線 B-2 A 課程之學生數學解題歷程，延伸確認	
產品測試認知目標之測試策略									C-1 解題成績	

目前設計 Arles 系統之學習輔助功能主要在: LEFT 能支援「學生」「個人」在「無特定學科主題-跨學科」的問題解決，由於學習歷程中的認知-技能-情感是連環互動的因子，因此我們設定的學習輔助功能包含三者，但優先提供情感回饋以提升解題動機，其次是加深對

解題相關技能與知識的自我理解，提升認知監控的能力。因此檢測 Arles 支援學習功能的先後順序為 A-B-C:

- A. 情感: Arles 是否能幫助學生理解自己解題歷程的學習情緒與動機，
- B. 技能: Arles 是否能幫助學生在練習不同概念主題、不同難度數學題目歷程，有更準確的解題技能之自我理解，
- C. 認知: Arles 是否能幫助學生對所練習題目數學概念掌握度有更準確的自我理解，提升認知監控的能力。

表 1 詳列檢核 Arles 輔助學習功能的三個目標及策略，表 2 則針對每一測試目標提出「測試之研究設計」、「測試工具」、及「資料型態」(資料型態涉及使用何種統計檢驗技術進行檢核，但限於篇幅無法延伸，請自行尋找統計專家諮詢或修讀統計課程)。

表 2 Arles 產品測試目標及相關研究設計、工具及資料型態之規劃

測試規劃方向	測試之研究設計	測試工具	資料型態
A. 情感 A-1 準確度改善證明 A-2 情緒-動機關聯	a. 量化方法 a1 實驗設計法 a2 觀察法 a3 調查法 b. 質化方法 b1 訪談 c. 數據模擬/分析 d. 使用者經驗測試.....	<ul style="list-style-type: none"> ● 世界各國人臉資料庫 ● 成就目標問卷 	<ul style="list-style-type: none"> ● 密集長期-即時資料: 情緒表情偵測 ● 單次-非即時資料: 成就目標問卷
B. 技能 B-1 建立解題策略與情緒關聯的基線 B-2 提供策略與情緒回饋，學生是否提升解題技能的自我理解	a. 量化方法 a1 實驗設計法 a2 觀察法 a3 調查法 b. 質化方法 b1 訪談 c. 數據模擬/分析 d. 使用者經驗測試.....	<ul style="list-style-type: none"> ● 對不同主題數學問題解題(難度遞增)，偵測情緒表情與使用解題技巧/策略之關聯 ● 對不同主題難度之數學解題歷程提供策略與情緒關聯回饋 	<ul style="list-style-type: none"> ● 密集長期-即時資料: 情緒表情偵測 ● 長期-即時資料: 情緒表情偵測 ● 單次-非即時資料: 解題心得與情緒回饋訪談
C. 認知 C-1 前測成績(先備能力)與自動偵測情緒之關聯 C-2 解題成績與自動偵測情緒之關聯	a. 量化方法 a1 實驗設計法 a2 觀察法 a3 調查法 c. 質化方法 b1 訪談 c. 數據模擬/分析 d. 使用者經驗測試.....	<ul style="list-style-type: none"> ● 前測考題 ● 對不同主題難度之數學解題歷程提供成績與情緒關聯回饋，學生是否提升知識概念的自我理解 	<ul style="list-style-type: none"> ● 單次-非即時資料: 前測成績、解題成績

礙於篇幅，以下僅對 A 情感目標的測試策略與結果作簡要說明。

A. 檢核情感目標包含兩個策略: A-1 辨識準確度改善證明; A-2 自動辨識情緒與成就目標的關聯，其測試之研究設計為量化方法中的「觀察法」與「調查法」(表 2)。

A-1 檢核策略(辨識準確度改善證明)以觀察法取得資料分析，所得結果: 由於 Arles 的核心技術是在台灣成年人群體中取得長時自動化辨識臉部動態展現的學習情緒，FEAT 辨識情緒的準確度以世界各國不同的人臉資料庫結合 TDFED 作為訓練集，由專家群 20 人

(長期訓練完成，取得 FACs 國際認證)辨識臉部 AU 移動及情緒類別，結果發現自動化辨識與專家辨識間有適當的一致性，準確性檢核得到滿意的結果。

A-2 檢核策略(自動辨識情緒與成就目標的關聯)以調查法取得資料分析，所得結果：讓解題者填寫經嚴格學術檢驗的著名自陳問卷：「數學成就目標量表(Math Achievement Goal Scale, Chiang, Yeh, Lin, & Hwang, 2011，本團隊編制)」及賴英娟與巫博瀚(2016)設計的「數學學習情緒量表」。所得的問卷分數與 LEFT 彙整式學習情緒(圖 3)間求相關，得到滿意的結果。圖 4 為模擬示意圖，顯示持適應性成就目標者表達較多正向情緒(愉悅、驚訝、嚴肅專注)，持不適應目標者表達較多負向情緒(困惑、煩惱、焦慮)。

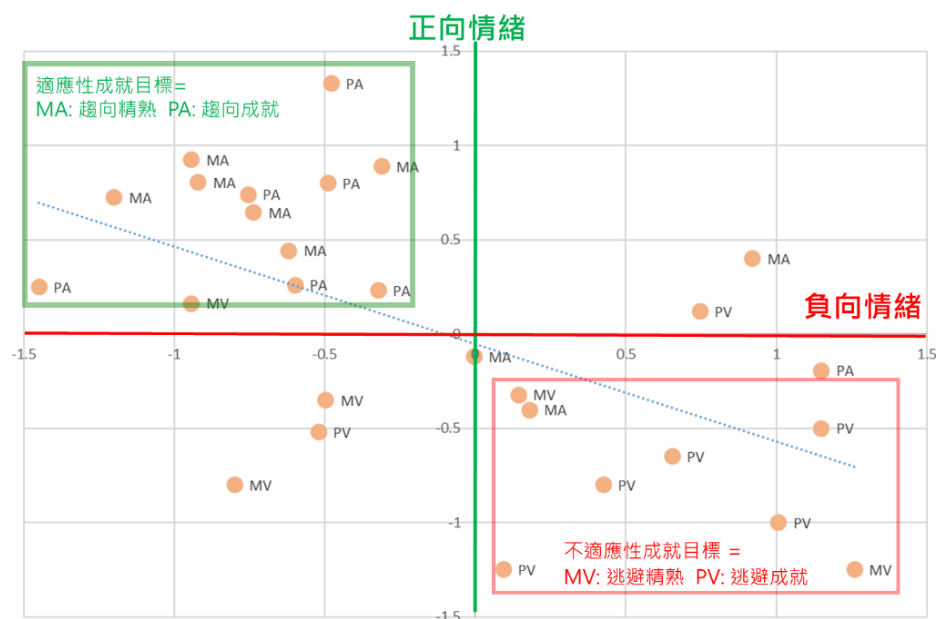


圖 4: A-2 檢核策略所得結果之一(示意圖): 數學成就目標分類與 LEFT 彙整式學習情緒間之相關(視覺化表示法), X 軸為正向情緒標準化分數, Y 軸為負向情緒標準化分數。MA: 趨向精熟目標及 PA: 趨向成就目標為適應性成就目標, MV: 逃避精熟目標及 PV: 逃避成就目標為不適應性成就目標。

本人與吳炳飛教授開發科學教育實作型產品「自動化學習情緒辨識與回饋系統」(Automatic recognition-feedback of learning emotions, Arles), 如同前述可用在線上或實體教室, 目標是要支援學生在遠距或實體教學時能多方了解自己的專注力與學習動機, 提供學習回饋與反省的機會, 藉以改進教學策略及學生的學習體驗。Arles 也可以支援教師教學, 只要把學生解不同主題、難度题目的策略與情緒訊息提供給老師, 有機會幫助老師尋找到更好的教學策略, 但是提供給老師的回饋格式與提供給學生, 可能需要不同的考量。Arles 是否可以成為同儕合作解題的討論資料呢? 本人覺得 Arles 有此潛力, 但合作解題與討論可能要花費很多學習時間, 學生必須投資更高的時間成本。產品檢測從多元面向(情感、技能與認知層面)循環進行, 以上分享測試過程的步驟與結果簡略說明。

延伸學習（附簡要標題/說明，宜提供 1~3 個電子連結）

楊雅婷、林秋斌、林奇賢與林珊如(2022)。教育部中小學數位學習深耕推動計畫 110 年啟動會議報告。

<https://dlearning.ncku.edu.tw/attachments/download/0b65717d7d9c31b393c8c79bf39c5005?type=bulletin>

Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smart teaching*. New York: Jossey-Bass.

<https://www.wiley.com/enus/How+Learning+Works%3A+Seven+Research+Based+Principles+for+Smart+Teaching-p-9780470484104#content-section>

Lin, S. S. J., Chen, W., Lin, C. H., & Wu, B.-F. (2019). *Building a Chinese facial expression database for automatically detecting academic emotions to support instruction in blended and digital learning environments*. Innovative Technologies and Learning: Second International Conference, ICITL 2019, Tromsø, Norway. Proceeding pages 155–162.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-35343-8_17

Reddy, Y. M., & Andrade, H. (2010). A review of rubric use in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(4), 435-448.

<https://doi.org/10.1080/02602930902862859>