

人工智慧分析兒童創造力腦波與氣質

Artificial Intelligence for the Brainwave of Creativity and Child Temperament

嚴昱如
實踐大學管理學院創意產業博士班
H0562001@g2.usc.edu.tw

李瑞元
實踐大學資訊科技與管理學系
maria.lee@g2.usc.edu.tw

摘要

創造力與腦神經發展的認知能力有關。前額葉皮質所呈現的腦波是創造力研究的重要依據，而阿爾法波（alpha wave, 簡稱 α 波）是影響原創性的構思靈感。但在實際之創造活動中，進行腦波蒐測仍有其困難性。因此，本研究的目的是跨領域結合心理學、腦神經科學、和人工智慧，以腦波儀收集腦電波（EEG）數據，以發掘兒童之創造力特徵。本研究蒐集133名兒童著色繪圖時之腦波數據，結合兒童氣質量表，進行人工智慧分析，期探索創造力腦波與兒童氣質之關聯性。研究成果發現，Alpha波之最大值，與氣質向度及放鬆度的分布觀察，情緒本質負向的氣質，存在特別突出的創造力腦波表現。從Alpha波之平均值與氣質向度，運用人工智能運算SVM分群與迴歸模型相關性，顯示情緒本質負向、反應閾/敏感度中等的氣質，有較高的創造力腦波表現。此研究指出特定氣質向度可得用於兒童創造力狀態之分群，有助於後續輔助、引導兒童創造力發展。

關鍵詞：人工智慧、腦電波（EEG）、創造力、兒童氣質、支援向量機。

Abstract

Creativity is related to the neuro development and cognitive ability. The brain waves presented by the prefrontal cortex are an important basis for the study of creativity, and the alpha wave affects original thinking and inspiration stage. However, it is still difficult to conduct brain wave detection for creative activities in real life. How to combine the existing studies in psychology, neuroscience, and artificial intelligence (AI) to discover the features of individual creativity is particularly important in practical applications. This study combines the children's brainwave with the temperament to explore the correlation between alpha wave (brainwave related to creativity) and child temperament. The brainwaves data are collected when 133 children are coloring and drawing. The result indicates, based on the max value of alpha wave performance, characteristics of temperament and relaxation level, that the children with the characteristic of the negative quality of mood appear extreme performance in the alpha wave. This study further uses Support Vector Machine (SVM), a machine-learning clustering and regression method, to analyze the average value of alpha wave and characteristics of temperament. The result shows that children with (1)

the negative quality of mood and (2) middle reaction threshold/sensitivity have higher alpha wave performance. This study points out that specific characteristics of temperament can be used to cluster and predict children's creative states, which helps to assist and guide children's creative development.

Keywords: Artificial Intelligence, EEG, Creativity, Child Temperament, SVM.

1. 前言

人類之創造力是相異於其他物種的特徵，而創造力是社會、科技乃至產業發展不可或缺的關鍵要素。自兒童階段，其創造力即自發性的表現出來，然而因兒童對外在環境刺激會有不同的反應特徵，亦影響他人對待該兒童之態度與方式。因此，如何實際了解兒童的創造力狀態，進而予以引導與培養，提供合適的文化與創意產品與服務內容，例如創造力教育、數位內容、童書繪本等，則為一項產業實務問題。

Rhodes [1]提出4P創造力理論中，指出「個人」(person)創造力與個性、智力、氣質、體質、特徵、興趣、態度、自我概念、價值體系、防禦機制、行為皆有關係。同時，較具有創造力的個人其 α 波活動較顯著[2]。因此，本研究目的在透過跨領域之心理學、腦神經科學及人工智慧分析的結合，運用創造力腦電波，簡稱腦波（Electroencephalography, EEG）蒐測及兒童氣質之調查，期能發掘能用於特定氣質向度可得用於兒童創造力狀態之分群，而能貢獻於文化與創意產業中，兒童教育及相關文創產品與服務之設計與應用。

2. 文獻探討

2.1 創造力

創造力研究中，Lubart [3]指出認知、個性動機、情緒特徵等皆是心理學中對於「創造者」(creator)類別的核心研究領域。創造力應具備新穎 (novelty) 且有價值 (valuable)，被評價為有價值的創意產出，須能在所處的社會或情境中符合目的性之要件 [4]。相對於前述創造力定義，兒童的創造力一般是指「屬於富有表現力的自發性 (expressive spontaneity)，但缺乏領域知識、工具技巧或特殊技術」，因此探討兒童創造力通常只限於自發表現的型態 [5]。

2.2 兒童氣質

所謂兒童氣質 (child temperament) 是指兒童對於外在環境刺激之反應模式 [6]。學者 Carey 與 McDevitt [7] 針對兒童氣質分為九種向度，包括兒童的活動量、規律性、適應性、趨避性、反應強度、情緒本質、容易轉移注意力/注意力分散度、堅持度、反應閾，並發展氣質量表用於評估兒童氣質 (表1)。

表 1 氣質向度說明

向度	意涵
活動量	孩子全天活動中的動作節奏快慢、活動頻率高低。
規律性	反覆性的生理機能。
適應性	適應新的人、事、物、場所和情況的難易度與時間長短。
趨避性	第一次接觸新的人、事、物、場所和情況等，表現接受或拒絕。
情緒本質	孩子在一天中，行為表現是否愉快，友善程度的比例。
注意力分散度	孩子是否容易被周遭環境刺激所干擾，其注意力轉移到另一個刺激的容易度。
堅持度	當孩子正在從事或想做某件事情，遭到困難或挫折，其克服阻礙而持續下去的程度。
反應強度	孩子對內在和外刺激所產生反應的激烈程度。
反應閾/敏感度	指引起孩子反應所需要的刺激量，除了包括視、觸、聽、味、嗅覺之外，還有察言觀色的能力。 (註：反應閾高則敏感度低，反應閾低則敏感度高。)

資料來源：[6]。

兒童氣質中雖沒有以創造力 (富有表現力的自發性) 為指標，但或可從氣質向度來探索創造力的呈現。由於情緒與創造力的關係相當密切，情緒分為 (1) 受外在刺激而有生理反應出相關行為的「情緒狀態」、(2) 輕微但持久的「心情」、(3) 屬於特質傾向的「個人情感特質」[8]。有研究提出正向情緒 (其向度例如快樂、驚訝、興奮...等) 比其他中性或負向心情更能產生創造力、提升發散性思考等，亦有研究指出負向情緒 (例如悲傷、憤怒等...) 中，部分有助於創造力發揮。近年則有研究依照不同的創意階段，提出藝術創意不論正、負面情緒皆可嘗試，而科學創意則需要適度的正向情緒 [9]。因此，氣質向度中之情緒本質可能是一個能用於了解兒童創造力狀態的特徵。

2.3 創造力與腦波

創造力透過腦波與腦電圖研究，顯示具有原創性的構思靈感階段，會出現阿爾法波 (alpha wave, 簡稱 α 波)。自1975年Martindale與Mines [2] 研究創意發想之腦電波，發現較具有創造力的個人其 α 波活動較顯著。其後針對創意發想之腦波研究，指出當創造性任務對於創意程度的要求越高， α 波的程度越高。前額葉被認為與指引由上而下之控制，其會主動抑制與任務無關的活動，例如無關的感官處理或干擾訊息的擷取 [10, 11]。目前沒有明顯證據指出 α 波之高或低波段何者與創造力有較高關聯性，因此多數研究將 α 波作為觀察個人創造力的指標之一 [12, 13]。

學者 Stevens 與 Zabelina [14] 指出，由於 EEG 能夠傳輸極高時間解析率數據 (temporal resolution data)，對於運作快速且複雜的創意歷程較易被評估。在取樣率 (sample rate) 方面，EEG 較 fMRI (functional magnetic resonance imaging, 核磁共振成像) 能取得更多樣本數據，能更深入洞察創意歷程。此外，fMRI 工具有其物理限制，但 EEG 對於創造性任務或活動較易適用。尤其某些特定族群，如兒童、具有較高感官敏銳度者，EEG 在執行過程上相較於 fMRI 之接受度更高。

3. 研究方法

本研究為能跨領域結合腦波與兒童氣質之研究，進行實驗法與調查法之研究設計。參酌圖1研究流程說明如下：



圖 1 研究流程

資料來源：本研究。

- (1) 邀請家長 (主要照顧者) 與其4至7歲兒童共同參與。參與場域設在一般教室，不會受噪音干擾，時間定於白天且常溫狀態，通風良好。此研究因已獲國立臺灣大學行為與社會科學研究倫理委員會審查通過，參與之家長與兒童事前皆經了解研究活動流程，並填寫知情同意書。
- (2) 實驗法部分，兒童進行著色繪畫，使用 Brainlink 腦波儀同步進行前額葉之腦波收測，以收集繪圖創造行為時之腦波狀態。調查法部分，由家長填寫台大醫院兒童心理衛生中心發展研究小組修訂編制之兒童氣質量表進行問卷調查。

- (3) 將收測之腦波與兒童氣質量表評分存於 EXCEL 資料表。
- (4) 運用 Orange Python 資料分析軟體，進行統計分析，並使用人工智慧之支援向量機 (Support Vector Machines, SVM)，屬於機器學習技術，通過超平面分隔屬性空間，最大化不同類或類值間之邊界，可進行分群與迴歸分析 [15]。
- (5) 將 α 波 (包括 High Alpha 波與 Low Alpha 波) 與兒童氣質向度分析結果進行資料視覺化，以發掘兩者間關聯性。

4. 研究結果

本研究共有133名兒童參與腦波，男性56名，女性76名。有關氣質量表評分，係依我國兒童氣質之常態分布計算標準差分數。其中百名以上之兒童於7項氣質向度中皆介於標準差1至-1間，平均約佔總人數之84%，僅適應度、情緒本質各有79名兒童之標準差低於-1，平均約佔總人數之59% (圖2)。

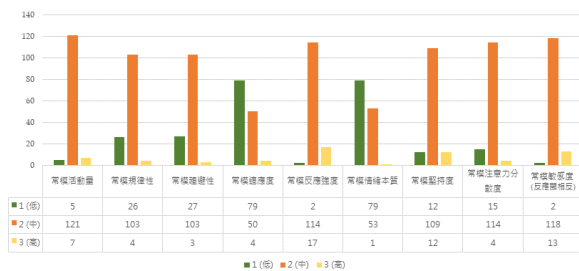


圖 2 兒童氣質向度統計
資料來源：本研究。

首先，本研究為能發掘何種氣質向度之兒童，在何種腦波放鬆度 (Meditation 或稱 Relaxation Level, 表2 eSense 值) [16]，有最大值的創造力腦波表現。因此以兒童腦波放鬆度及 High Alpha 波、Low Alpha 波之最大值 (創造力腦波最突出表現) 分布，觀察情緒本質向度之落點。研究發現，情緒本質負向的兒童，在放鬆度介於70-90之間時 (放鬆度偏高)，不論 High Alpha 波或 Low Alpha 波，較情緒特質不明顯或正向的兒童，有較突出的 α 波最大值 (圖3、4)。(註：1.藍-情緒本質負向；2.紅-特質不明顯；3.綠-情緒本質正向。)

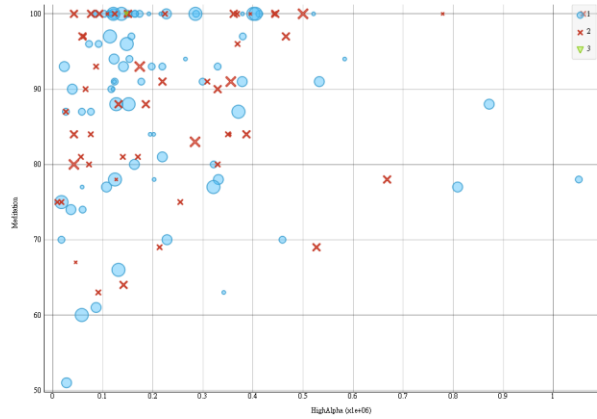


圖 3 High Alpha 最大值、放鬆度、情緒本質分布
資料來源：本研究。

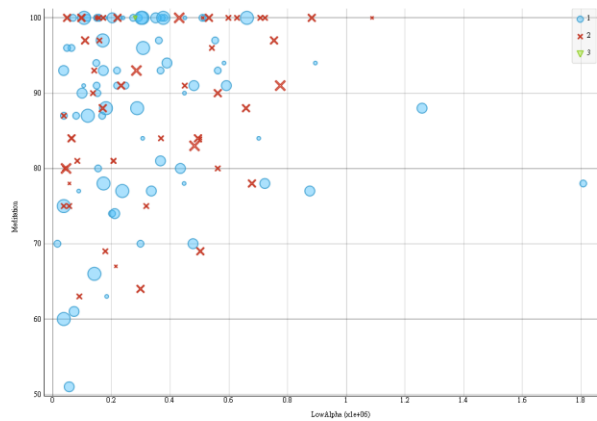


圖 4 Low Alpha 最大值、放鬆度、情緒本質分布
資料來源：本研究。

表 2 放鬆度 eSense 值定義

eSense 值	放鬆度
80-100	放鬆度高
60-80	比中等放鬆度略高
40-60	放鬆度中等
20-40	比中等放鬆度略低
1-20	情緒激動或異常

資料來源：本研究。

進一步，為分析創造力腦波與氣質向度之關聯性，採用 SVM 分群與迴歸分析。研究發現，High Alpha 與 Low Alpha 在與情緒本質標準差之相關性 r 值皆為-0.16 (負值)，是所有氣質向度與腦波關聯中，唯一 r 值一致的向度。顯示情緒本質負向的兒童有較高的創造力腦波 (圖5、6)。

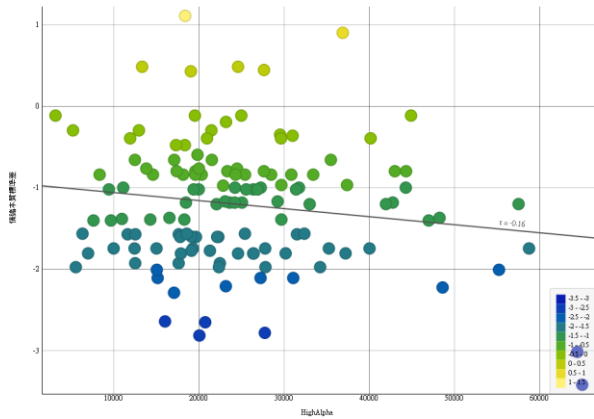


圖 5 SVM 分析 High Alpha 與情緒本質
資料來源：本研究。

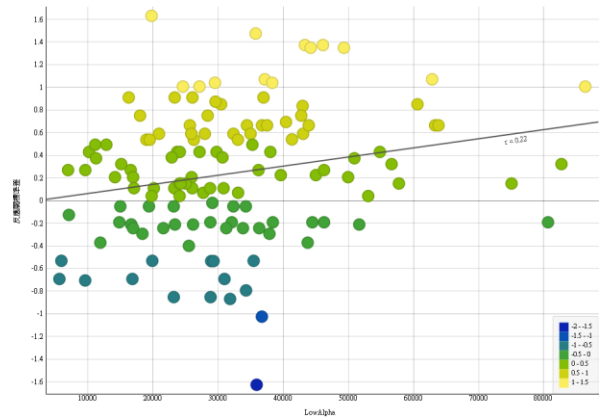


圖 8 SVM 分析 Low Alpha 與反應閾
資料來源：本研究。

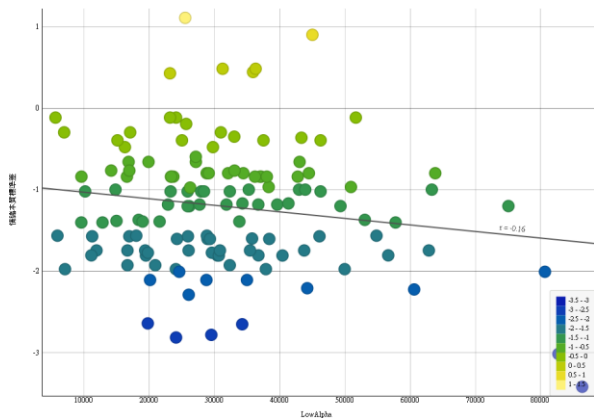


圖 6 SVM 分析 Low Alpha 與情緒本質
資料來源：本研究。

另經 SVM 分析發現，反應閾/敏感度與 High Alpha 及 Low Alpha 波關聯性， r 值為正相關（前者 $r=0.17$ ，後者 $r=0.22$ ），在常態標準差中，介於反應閾/敏感度中等的氣質，尤其標準差為 -0.2 至 1 之兒童，有較高的 α 波（圖 9、10）。

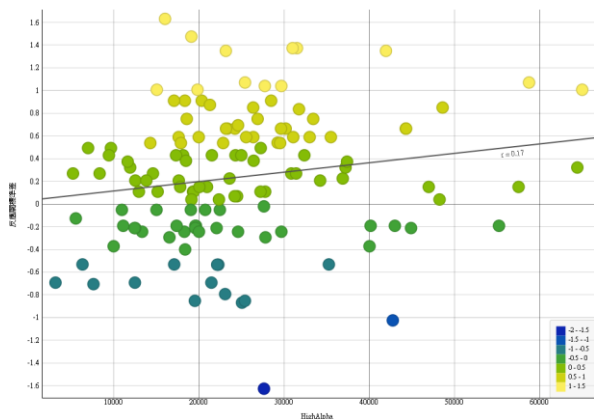


圖 7 SVM 分析 High Alpha 與反應閾
資料來源：本研究。

5. 討論

依照文獻探討，原推論情緒本質正向或中等之兒童，即情緒容易感到愉快之兒童，在 α 波最大值的分布中，將有特殊突出的創造力腦波表現。然而本研究成果呈現是情緒本質負向之兒童，即行為表現偏向不易愉快、難取悅，在放鬆度偏高的狀態下，反而有極端/特殊的創造力腦波表現。

進一步從 α 波之平均值，即總體著色繪圖中之平均創造力腦波表現觀察，經運用人工智能 SVM 分群與迴歸模型分析，顯示情緒本質負向、反應閾中等的氣質，有較高的創造力腦波。在情緒本質負向度中，SVM 將標準差 -1 至 -3 的兒童屬於一類，高於 -1 者屬一類，代表在創造力的表現中，情緒本質負向的兒童，可以作為一種創造力發展、培養的類別。

另外，SVM 將反應閾與 α 波之關聯中，以 High Alpha 波 $r=0.17$ 、Low Alpha 波 $r=0.22$ ，且標準差高於 0 之兒童，即部分反應閾/敏感度中等（視、聽、觸覺等知覺刺激的敏感度適中，對於外界刺激不會過度敏感反應或受明顯影響）之兒童，與反應閾低/敏感度高（易受外界影響）的兒童歸一類；而標準差低於 0 之兒童，部分為反應閾/敏感度中等，及反應閾高/敏感度低（對外界刺激鮮少反應）屬於一類。

因此可由上述研究結果推論，在一個室內環境中，排除過冷、過熱，保持通風、光線正常之外在環境刺激下，情緒本質標準差低於 -1 ，反應閾/敏感度標準差高於 0 的兒童，呈現較高的創造力腦波表現。

6. 結論

由於兒童的創造力是屬於缺乏領域知識、工具技巧或特殊技術之富有表現力的自發性呈現，在評估兒童創造力發展，不要求所謂的新穎且有價值的程度。然而，兒童之創造力表現，實務上係由家長或教師等，以外在主觀的觀察評價之，而非基於兒童實際內在狀態，例如兒童氣質、腦

波之創造力狀態呈現。成人的主觀評價，未必能貼近實際狀態，對於兒童創造力發展恐將產生偏差。

此外心理學領域提出之兒童氣質，雖能用於兒童教養，但沒有涉及兒童創造力。若需培養兒童創造力，使其能夠將內在的想法、感受，自發地表現出來，則需要更進一步的分析，以探詢如何依據兒童氣質（對外在環境刺激時之反應特徵），適性的引導與培養創造力。

本研究運用人工智慧 SVM 分析，可將既有的氣質向度與創造力腦波表現作為分群的方式。發現兒童情緒本質、反應閾的標準差特徵，能夠作為兒童創造力發展、培養的根據。例如，過去心理學研究中雖指出情緒正向者常有較高的創造力表現，然而在4歲至7歲兒童的創造力 α 腦波表現中，反而是情緒本質負向的兒童有特殊突出及平均較高的創造力 α 腦波表現。

本研究顯示，在可控的外在環境刺激下（本研究控制在常溫舒適、白天明亮的教室中），某些特定氣質之兒童將可處在高放鬆度、高創造力 α 腦波的狀態。進一步按照 SVM 的分群方式，則可以對給特定氣質向度之兒童，設計創造力教育、數位內容、繪本、童書、音樂等文化與創意產業的產品與服務，而給予適性的引導。因此，依據人工智慧 SVM 分群，可依據兒童情緒本質、反應閾之標準差，更精準提供文創教育、產品及服務之設計與應用。

致謝

本研究特別感謝教育部及實踐大學補助研究計畫 USC-109-03-04010、USC-109-05-04004。

參考文獻

- [1] Rhodes, Mel. (1961). An analysis of creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.
- [2] Martindale, Colin, & Mines, Dwight. (1975). Creativity and cortical activation during creative, intellectual and eeg feedback tasks. *Biological Psychology*, 3(2), 91-100. doi:https://doi.org/10.1016/0301-0511(75)90011-3
- [3] Lubart, T. (2017). The 7 C's of Creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 51(4), 293-296. doi:https://doi.org/10.1002/jocb.190
- [4] Bilton, Chris, & Cummings, Stephen. (2010). *Creative strategy: Reconnecting business and innovation* (Vol. 3): John Wiley & Sons.
- [5] Cropley, Arthur J. (2011). Definitions of Creativity. In Mark A. Runco, Mark A. Pritzker, & Steven R. Pritzker (Eds.), *Encyclopedia of Creativity* (2 ed., Vol. 1, pp. 358-368): Elsevier Inc.
- [6] 王珮玲 (2003)。兒童氣質:基本特性與社會構成 (初版 ed.): 心理出版社股份有限公司。
- [7] Carey, William B., & McDevitt, Sean C. (1978b). Stability and Change in Individual Temperament Diagnoses from Infancy to Early Childhood. *Journal of the American Academy of Child Psychiatry*, 17(2), 331-337. doi:https://doi.org/10.1016/S0002-7138(10)60096-9
- [8] Ekman, P. E., & Davidson, R. J. (1994). *The nature of emotion: Fundamental questions* (P. E. Ekman & R. J. Davidson Eds.). New York: Oxford University Press.
- [9] 蔡秉勳, 林緯倫, & 林烘煜 (2013)。心情對了，創意就來了一情緒對發散性思考與頓悟問題解決的不同影響。教育心理學報,

45(1), 19-38。doi:10.6251/bep.20121116

[10] Fink, A., & Benedek, M. (2014). EEG alpha power and creative ideation. *Neurosci Biobehav Rev*, 44, 111-123. doi:10.1016/j.neubiorev.2012.12.002

[11] Lustenberger, C., Boyle, M. R., Foulser, A. A., Mellin, J. M., & Frohlich, F. (2015). Functional role of frontal alpha oscillations in creativity. *Cortex*, 67, 74-82. doi:10.1016/j.cortex.2015.03.012

[12] Martindale, Colin, & Hasenfeld, Nancy. (1978). EEG differences as a function of creativity, stage of the creative process, and effort to be original. *Biological Psychology*, 6(3), 157-167. doi:https://doi.org/10.1016/0301-0511(78)90018-2

[13] Runco, Mark A. (2014a). Biological Perspectives on Creativity. In Mark A. Runco (Ed.), *Creativity (Second Edition)* (pp. 69-108). San Diego: Academic Press.

[14] Stevens, Carl E., & Zabelina, Darya L. (2019). Creativity comes in waves: an EEG-focused exploration of the creative brain. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 27, 154-162. doi:https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2019.02.003

[15] Orange. (2020) SVM. Retrieved from https://orange.biolab.si/widget-catalog/model/svm/

[16] NeuroSky Inc.(2009) NeuroSky Mindset Instruction Manual, p. 6-8.