

腦波技術與科學學習的融合應用： 探索我們團隊的研究與成果

廖崇硯^{1*}、林鉉宇²

¹逢甲大學電子工程學系、²亞洲大學職能治療學系

E-Mail*: cyliao.t11@o365.fcu.edu.tw

一、前言

隨著科技的快速發展，腦科學的相關研究與應用，在近幾年內也益發蓬勃發展，我們團隊於近年來致力於探索腦波技術在教育與健康領域的應用，我們相信，腦波技術的應用不僅能為學習者提供更加個性化和高效的學習體驗，還能在健康管理中發揮重要作用。本文將介紹我們的研究背景、方法與成果，並展望未來腦波技術在科學教育與心理健康中的廣泛應用潛力。

二、腦波技術的應用與研究成果分析

在我們的研究中，腦波技術扮演了核心角色。腦波是由神經元活動產生的電信號，我們主要關注五種主要波段的特徵： α 波（放鬆狀態）、 β 波（注意力集中）、 θ 波（記憶與冥想）、 δ 波（深度睡眠）和 γ 波（高階認知）。透過使用 NeuroSky 等設備，我們能夠精確測量並分析學習者的腦波變化，並結合快速傅立葉變換（FFT）技術，獲得大腦活動的詳細數據。

隨著時代的進步人們的生活品質逐漸提昇，但伴隨而來的是工作壓力以及生活的快步調，進而產生許多身心疾病，其中又以失眠狀況最為常見，失眠儼然已成為現代人嚴重的健康問題，因此，了解失眠患者的生理差異，將可以協助失眠症狀的緩解。

本研究團隊透過一個簡單且精準的腦波量測儀器與匹茲堡睡眠品質量表，進行互相驗證比對，進行腦波量測，量測結果發現一種可靠的睡眠品質數據，為幫助想要隨時了解自身睡眠品質狀況且又不想耗費大量時間到醫院做睡眠品質偵測的使用者提供一個可信任的數據供醫生為病患做診斷時的一項參考數據。

疲勞駕駛而造成交通事故的問題已經越來越受到重視，許多職業駕駛員可能需要一個疲倦檢測系統在自己疲倦時警示自己，或者客運公司也可能需要給司機一個疲倦檢測系統來提昇交通之安全性。對於駕駛者，不論是因為睡眠時間不足、睡眠品質不佳或者是長時間的駕駛，都需要一個疲倦檢測系統來避免意外發生。

因此探討如何利用腦波來檢測駕駛者的疲倦，藉由分析駕駛者的腦波訊號來判斷駕駛是否疲倦；透過深度學習預測模型，本團隊成功研發出準度極佳的情緒演算法，其分類包括，疲勞度、壓力、睡眠品質。

另外，我們團隊也在 2020 年發表的文章(Liao et al., 2020)中探討了一種利用腦電波(EEG)結合深度學習模型來預測使用虛擬實境(VR)設備可能引發的運動病(motion sickness)的方

法。傳統的運動暈眩測量方式，如問卷，通常只能在症狀出現後進行，而我們的研究突破了這個限制，模擬了事前預測的可能性。在研究方法上，我們使用 Neurosky Mindwave Mobile 頭戴式裝置來記錄用戶的腦電波數據，主要監測 α 、 β 、 γ 、 θ 和 δ 五種腦波頻率，該研究中共有 130 名年齡介於 6 至 23 歲的參與者體驗不同的 VR 場景（如雲霄飛車、太空模擬和划船）。我們將收集到的數據分為訓練集和測試集，並採用長短期記憶網絡（LSTM）進行深度學習訓練，以建立預測模型。

實驗結果顯示，我們的模型在多個指標上均優於傳統方法。在雲霄飛車 VR 場景中，我們的模型達到了 82.83% 的準確率，顯著優於支持向量機（SVM）、多層感知器（MLP）和卷積神經網絡（CNN）等基線模型。此外，我們發現，當預測時間設置為 5 分鐘時，用戶更容易在暈眩症狀出現之前停止使用 VR 裝置，從而減少不適感。

此外，我們團隊在 2019 的發表研究中，也探討如何利用腦波訊號分析來評估學習者在大規模開放線上課程（MOOCs）中的注意力水平。自 2011 年以來，MOOCs 迅速成為廣泛使用的線上教育模式，但有關腦波與 MOOCs 學習之間關係的研究仍相對稀少，因此引發本團隊的研究興趣。研究的實驗設計包括讓參與者分別在 MOOCs 系統與傳統課堂環境下進行學習，並記錄其腦波數據。研究指標主要涵蓋注意力（Attention）和放鬆指數（Meditation）值，以評估學習者的專注度及放鬆狀態。

結果顯示，使用 MOOCs 教學模式的學習者注意力水準顯著高於傳統教學方法的學習者。同時，MOOCs 還能提供更為放鬆的學習環境，這表明 MOOCs 不僅能提升學習者的專注力，還能減少學習壓力，提供一種更具彈性與舒適的學習體驗。

然而，本研究亦有局限性，例如參與者樣本規模較小，且未進一步探討影響腦波的其他可能因素。因此，未來研究可考慮擴大樣本範圍，並納入更多變數以進一步驗證 MOOCs 的有效性。同時，隨著腦波測量技術的進步，未來的研究有望提供更精準和多樣化的學習行為分析工具。這些發展將有助於設計更具個性化和高效的數位學習模式。

三、挑戰與未來應用方向

儘管我們的研究展示了腦波技術的巨大潛力，但仍然面臨一些挑戰。例如，如何進一步提高數據的精確性與穩定性，以及如何在不同應用場景中有效整合腦波與其他生理數據，仍然是我們團隊持續努力的方向。

未來，我們計劃將腦波技術應用於個性化學習系統，根據學習者的即時狀態提供動態調整的教學方案。此外，我們也期待探索腦波技術在健康管理中的應用，例如開發壓力監測與緩解系統，幫助用戶在日常生活中更好地管理心理健康，提升生活品質。

參考文獻

1. Liao, C. Y. (2016). Measuring the Fatigue Level of Bus Driver by Monopolar EEG Detector (Master's Thesis). Chaoyang University of Technology, Department of Computer Science and Information Engineering. Taichung
2. Liao, C. Y. (2020). The Study of Monopolar EEG Brainwaves Combines Virtual Reality and Deep Learning to Predict Attention Mediation Fatigue and Cyber Sickness (Dissertation for the Degree of Doctor Philosophy). Chaoyang University of Technology, Department of Computer Science and Information Engineering. Taichung
3. Liao CY., Chen RC., Liu QE. (2019) Detecting Attention and Meditation EEG Utilized Deep Learning. In: Pan JS., Ito A., Tsai PW., Jain L. (eds) Recent Advances in Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing. IHH-MSP 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 110. Springer, Cham
4. Liao, Chung-Yen & Chen, Rung-Ching. (2018). Using Eeg Brainwaves And Deep Learning Method For Learning Status Classification. 527-532. 10.1109/ICMLC.2018.8527003.
5. C. Y. Liao, R. C. Chen and S. K. Tai, "Emotion stress detection using EEG signal and deep learning technologies," 2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI), Chiba, 2018, pp. 90-93. doi: 10.1109/ICASI.2018.8394414
6. C.-Y. Liao, R.-C. Chen, and S.-K. Tai, "Evaluating attention level on moocs learning based on brainwaves signals analysis," International Journal of Innovative Computing, Information and Control, vol. 15, no. 1, 2019.
7. Shao-Kuo Tai, Chong-Yan Liao and Rung-Ching Chen*, Exploration of Multi-Brainwave System Mainframe Design, ICIC Express Letters, Part B: Applications An International Journal of Research and Survey, 2017, Vol. 8, No. 9, pp. 1307-1314
8. C. Y. Liao, R. C. Chen, S. K. Tai and Hendry, "Using single point brain wave instrument to explore and verification of music frequency," 2017 International Conference on Innovative and Creative Information Technology (ICITech), Salatiga, Indonesia, 2017, pp. 1-6. doi:10.1109/INNOCIT.2017.8319142
9. Chung-Yen Liao, Rung-Ching Chen and Shao-Kuo Tai, Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Learning Disability Detection via Brainwave Measurements, ICIC Express Letters, Part B: Applications, Vol. 11, Issue 1, pp. 51-58, 2020.
10. C. Liao, S. Tai, R. Chen and H. Hendry, "Using EEG and Deep Learning to Predict Motion Sickness Under Wearing a Virtual Reality Device," in IEEE Access, vol. 8, pp. 126784- 126796, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3008165.
11. Lin, H.-Y., & Liao, C.-Y. (2023). Kids Attention during Brainwave Entertainment Virtual Reality Game Playing. SYLWAN, 167(4).

12. Chen, Jun-Ci & Liao, Chung-Yen & Chen, Ming-Hui & Yu, Tzu-Hsien & Lu, Yu-Jie & Wang, Yu-Chi & Chen, Rung-Ching. (2024). Using Virtual Reality Technologies to Cope with Grief and Emotional Resilience of Absent Loved Ones. 73-77.
13. 1145/3673971.3674018.
14. Sub-r-pa Chayanon and Liao Chung-Yen and Chen Rung-Ching, Partial Face Expression Recognition Using Deep Learning Approach, "ICIC Express Letters, Part B: Applications", 21852766, ICIC International, 2024, 15, 04, 327.