

2023 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號 130008

參展科別 行為與社會科學

作品名稱 「藝」猶未盡! 眼動、專家、AI 誰與爭鋒?

得獎獎項

就讀學校 嘉義縣私立協同高級中學

指導教師 黃彥彰、陳致澄

作者姓名 陳炳君

關鍵詞 人工智慧、眼動追蹤技術、評選行為

作者簡介



我是就讀於嘉義縣基督教協同高級中學的陳炳君，我平時喜歡從事運動、戶外踏青與社會服務的活動。由於連續五年參加科技部辦理的「原住民族科學節」志工服務活動，讓我深刻體會「人類面對一些相同的事情或狀況時，往往產生許多不同的反應行為。然而，再將這些反應行為仔細比較和分析後，卻又能歸納、找到一些共同的特性」。這些點點滴滴的經驗，恰好成為我一步一步走入行為社會科學知識殿堂，探尋千千萬萬外表相異的人類，為何能在多元環境中展現出趨於一致反應的原因。

三年來，我一直選擇「行為與社會科學」相關主題作為我探討人類行為的科展研究方向。今年，我選擇「藝術畫作評選行為」作為我本次科展探討的核心概念；指導教授更將當前研究的先驅議題-AI 引入並結合，讓我見證了跨領域知識結合形成的創新可能。我希望未來能在臨床心理學或是認知神經科學…等有關心理學或醫學的知識領域裡繼續往前邁進，期待自己能為人類社會做出更多的貢獻。

中文摘要

我們都體會過藝術所帶來的美妙感受。欣賞、細心觀察一幅畫的美，一幅畫的細節，可以被畫作中描繪的思想感動，被畫作中的「美」震撼心靈。然而，要評選畫作的優劣，似乎容易流於主觀。本研究決定探討不同美術背景經驗的人員，在評選畫作作品時是否有差異？並立基於人工智慧的想法，嘗試訓練、驗證與測試「AI 藝術畫作評選系統」，期望能降低「全國學生美術比賽」中，評審需大量評閱許多畫作的工作負擔，也能協助報名參賽的作者，提前獲知自己的畫作作品是否有機會獲獎？是否需要進一步修改？以朝向追求卓越的方向前進。

本研究蒐集 2017~2021 年「全國學生美術比賽」高中職組西畫類參賽作品共計 155 件，將這些作品轉換成為靜態影像資料後，形成本研究訓練、驗證與測試「AI 藝術畫作評選系統」模型的資料，最後，獲得預測「準確度」為 93.55%、「靈敏度」為 85.71%、「特異性」為 95.83%的「AI 藝術畫作評選系統」模型。本研究另外挑選 20 件畫作，供不同美術背景經驗的人員進行畫作評選，運用「眼球追蹤技術」比較不同美術背景人員評選行為的差異。

Abstract

All of us have experienced the beauty of art. The art presents a portrait of the creators' ideas to us, and people appreciate the painting through its every detail and aspect. The beauty of art always amazes us and touches us with its thought. However, choosing a masterpiece from many fantasizing works can be difficult. It seems that our judge may be subjective. Therefore, the researcher will discuss how art appreciation may differ between experts and how their training and knowledge affect their decision on outstanding pieces. Through the development process of training, verification, and testing, we successfully create an artificial intelligence judge expert for the National Art Exhibition. Using artificial intelligence can reduce the heavy review work of judges while improving participants' painting skills by modifying their artwork to meet the judge's requirements.

The research collected 155 paintings from high school painters of the National Art Exhibition 2017 to 2021 and turned all the artworks into static images for the AI model training. Our fully trained AI obtained the result of 93.55% accuracy, 85.71% sensitivity, and 95.83% specificity. In the testing phase, there were 20 paintings displayed to experts, teachers, and art students. Eye-tracker was used to track the difference between all the test participants.

Key words : Artificial Intelligence, Eye Movement Monitoring, Evaluation Behavior

壹、前言

一、研究動機

(一) 藝術作品鑑賞能力的培養：專家評選行為的模仿

美術教育旨在培養兒童創造思考的能力以及審美的情操，希望兒童藉此過程達到個性的抒發與創造的自由表現（楊文政、余季音，2015）。臺灣的美術教育，也因應時代的進步與發展逐漸受到重視。從臺灣歷年來有關美術課程的目標來看，1993年頒布的《美勞科課程標準》將「培養審美與創作能力，陶冶生活情趣，啟迪主動學習、思考、創造及解決問題的能力，養成價值判斷的能力，發展樂觀進取的能力」列為課程目標之一；2001年頒布的《九年一貫藝術與人文領域課程綱要》將「培養學生的藝術知能、提升藝術鑑賞能力、陶冶學生生活情趣、啟發學生藝術潛能」作為基本理念；2018年頒布的《十二年國民基本教育藝術領域課程綱要》也將「提升對藝術與文化的審美感知、理解、分析，以及判斷的能力，以增進美善生活」列為課程目標之一。綜觀近30多年的時代脈絡，有一項不變的核心理念，即是「希望培養學生在未來的生活中，對於文化藝術作品，能具備審美、鑑賞與判斷的能力」。由此可見，培養未來公民具備文化藝術作品的審美、鑑賞與判斷能力，是藝術與人文教育的一項重要任務。

但是，何謂「美的藝術作品」？劉豐榮（2004）指出，關於創作的價值以及研究創作價值的方法，迄今尚無可依循的定論，故仍有持續探討與改進的必要性；Eisner (1972)也提到，由於藝術創作會受到創造力與自我感受等面向的影響，其成果很難像數學測驗般，有明確的評斷標準。因此，藝術創作可說是一項高複雜性的技術，其呈現的方式複雜且多樣化，並且，其概念與創意也不容易被描述清楚，需透過分析、綜合、判斷等高層次的思考活動，才能做出評斷的決定（孫志誠，2013；Lawson, 1990）。由此可見，藝術創作的評量難有一定的規準，要讓參與評斷的人員達成一致性的結果並不容易，具有困難度。

縱使評斷藝術創作的人員難以達成「完全一致性共識」的結果，但是，若能以「異中求同」的方式，獲取多數專家評審對於「美的藝術作品」之判準，那麼，也能據此引導我們每位學生學習擁有「專家的評審眼光」，這可能是培養我們每位學生具備藝術鑑賞的觀點與能力之路徑之一。針對「藝術鑑賞」(appreciation)，Feldman (1967)提出「描述(description)：從感官感受到的面向開始，洞察呈現於眼前的藝術畫作之形式要素，如形狀、線條、色彩、肌理...等，並陳述心中所感」、「分析(analysis)：著重於藝術畫作之形式、結構等特質的探討，察覺各元素的特色與元素間的關係」、「解釋(interpretation)：當描述、分析藝術畫作之相關訊息後，確認該藝術畫作之各種多元意義的過程」、「判斷(judgment)：對藝術畫作的優劣與價值進行合理的判斷，並說明其理由」等四個步驟的美術鑑賞模式，此模式廣受藝術界認同，因此成為普遍性的「藝術鑑賞」程序。其中，「描述」與「分析」兩步驟是針對藝術畫作的外在形式特質進行辨識，需要鑑賞者將眼光放在該藝術畫作上遊走，可說是形成一條欣賞藝術畫作的徑路。近年來，國內外有許多探討學習者如何進行閱讀或觀察的研究，都會利用眼球運動的資料進行詮釋與說明（蕭米珊，2011）。因此，本研究首先邀請一位自身曾獲得「全國學生美術比賽」獎項，也擔任過評審的專家(E1)，針對20件藝術畫作作品，圈出重要的「關

鍵區域」(Area Of Interest, AOI)，研究者希望透過眼球追蹤 (eye movement monitoring) 技術，分析專家、學校美術教師、畫室美術老師、美術班學生等不同美術背景與經驗的人員，他們在評鑑藝術畫作時，展現的眼球運動參數是否有顯著性差異？

(二) 藝術畫作評選的公平性問題：尋找主觀與客觀共存的平衡

研究者統計 2021~2022 年臺灣三個縣市在辦理美展徵件的數量 (參見表 1) 發現，這些縣市每年度參賽作品的數量都高達上百件，甚至上千件。研究者不禁懷疑「評審是否會因為作品數量過多而感到疲倦？甚至影響評選結果判斷」？如何有效協助評審從大量參賽作品中進行評選，防止因個人精神狀況不同，而導致的評判不公的情形？這是急需解決的問題 (劉光夏，2021)。故，若能找到一個穩定判斷藝術畫作的機制，便可避免主觀美學與偏見的干擾，防止評分不公的情形產生 (Gruber, 2008)。

表 1：三縣市辦理美展徵件數量統計

作品類別 縣市/年度	繪畫類	西畫類	書法類	平面設計類	漫畫類	水墨畫類	版畫類
嘉義縣/2022	498	98	163	119	201	189	102
嘉義縣/2021	513	107	192	114	207	177	91
	西方媒材類	東方媒材類	書法類	攝影影像類	傳統工藝類	立體造型類	
臺南市/2022	184	59	75	75	52	70	
臺南市/2021	259	82	110	95	47	80	
臺東縣/2021	199	132		247			

註 1：嘉義縣 2022 資料來源 <https://artwk.cyc.edu.tw/art111tw/>
 嘉義縣 2021 資料來源 <https://artwk.cyc.edu.tw/art110tw/>
 臺南市 2022 資料來源 <http://www.tmcc.gov.tw>

近年來，人工智慧 (Artificial Intelligence, AI)、機器學習 (Machine Learning)、最佳化、預測以及影像辨識技術快速地發展且被廣泛應用於各個研究領域之中，推動許多產業變革 (張榮貴，2022)。而將人工智慧研究方法，應用到高通量數據的生醫研究之中 (例如：生醫影像與多體學等數據資料)，可對該項大數據資料有更深層的理解，也能改善許多公共衛生的相關議題 (潘日南，2022)。「深度學習」(Deep Learning) 是機器學習的一個較新穎的分支，是一種以人工神經網路為架構，對資料進行表徵學習的演算法 (林宏軒、李肇棠、江滄明，2018)。此外，現有的深度學習方法，不需要太多領域知識，僅需提供電腦問題與答案的對應，作為訓練電腦進行學習的資料，電腦即可自動學習出一套深度學習的模型，來回答新的問題。

此外，2022 年 9 月美國科羅拉多州舉辦的美術 (Fine Art) 競賽博覽會中，將「數位藝術」類冠軍獎項頒給一位利用 AI 圖像自動生成系統 Midjourney 產生畫作 (參見圖 1) 的設計者-Jason Allen，此事件引起外界對於 AI 創作的正當性有諸多爭議。姑且不論設計 AI 成為藝術作品的創作者是否可稱為藝術家，我們可確定的一個事實是：機器的「深度學習」確實在大數據資料的訓練下，學習出一套「藝術作品創作」的模型。



圖 1：AI 圖像自動生成系統產生的畫作獲科羅拉多州美術競賽數位藝術組冠軍

圖片來源：<https://www.ithome.com.tw/news/152875>

綜合上述關於藝術作品評選過程，「評審需從大量作品中評選，可能因個人精神狀況不同，而導致產生評判不公的情形發生」的疑慮；再加上近日關於「電腦可在大數據資料的訓練下進行深度學習，學習出一套 AI 圖像自動生成系統，因而能夠產出一件藝術作品創作」的新聞啟發，本研究發想：是否能夠利用歷屆「全國學生美術比賽」的「獲獎」與「未獲獎」畫作作品，將每一件畫作作品轉換成為單張的「靜態影像」(JPG 格式) 資料，再運用兩種卷積神經網路 (convolutional neural network, CNN) 模型：GoogLeNet 及 ResNet50，並分別結合三種機器學習分類器：線性迴歸 (linear regression)、貝氏分類器 (Naïve Bayes)、支持向量機 (support vector machine, SVM)，共六種組合分類模型，針對一幅新畫作作品進行自動辨識，判斷該畫作作品是否能於「全國學生美術比賽」之競賽中獲獎？並且比較各模型分類的結果，找出最佳分類模型。若能成功訓練電腦系統「深度學習」判斷畫作是否能夠獲獎，那麼，此系統預期可產生兩種效益：一、協助參與藝術畫作評選的審查者，初步篩選出「可能得獎」與「無法得獎」的藝術畫作，減輕審查者的工作量，讓審查者能將全部心力針對系統篩選出來的藝術畫作，進行獲獎名次的判斷；二、協助報名參賽的畫作作者，提前獲知自己的藝術畫作作品是否需要做進一步修改，促進創作者朝向追求卓越的方向前進。

二、研究目的與問題

(一) 運用「眼動追蹤技術」，比較不同美術背景人員在評鑑畫作時，評選行為的差異：

1. 不同美術背景人員評選畫作的結果與實際情形的一致性，是否存在差異？
2. 不同美術背景人員評選畫作時，判斷畫作是否獲獎所需的「平均反應時間」是否有顯著性差異？
3. 不同美術背景人員評選畫作時，視線第一次進入「關鍵區域」所需「平均首次注視時間」是否有顯著性差異？
4. 不同美術背景人員評選畫作時的「平均總凝視時間」是否有差異？
5. 不同美術背景人員評選畫作時的「平均總凝視次數」是否有差異？

- (二) 選擇適當的人工類神經網路架構，訓練「AI 藝術畫作評選系統」模型，檢視其效能：
1. 能否建立一個「AI 藝術畫作評選系統」模型，可對藝術畫作進行辨識，判斷畫作是否能獲獎？
 2. 此「AI 藝術畫作評選系統」模型在「準確率」(Accuracy)、「靈敏度」(Sensitivity)與「特異性」(Specificity)等三項指標的預測效能為何？

三、文獻回顧與名詞解釋

(一) 藝術畫作評選行為：眼動追蹤技術下的「眼球運動參數」

近年來，眼動追蹤 (eye movement monitoring) 技術已被運用在探討個體閱讀、解題、教學材料處理、問題解決以及圖像認知處理...等議題上，且被視為一項科學且可行的研究方法 (陳學志、賴惠德、邱發忠，2010)。依據研究目的，本研究採用的眼球運動參數如下：

1. 反應時間 (Reaction Time)

「反應時間」是指個體對於視覺刺激材料產生回應動作時間的快慢。在本研究中，「反應時間」即為受試者觀看一幅畫作後，至做出「畫作是否得獎」判斷所需要的時間量。也就是「平均反應時間」愈短，表示受試者較快速判斷畫作是否得獎。

2. 首次注視時間 (First Past Gaze Duration)

當一張圖片刺激出現時，觀看者會優先將眼球移至最吸引其注意力或者能獲取最重要訊息的位置。因此，經由測量刺激出現後至觀看者首次將視線移入某一個「關鍵區域」(Area of Interest, AOI)所需的時距，稱為「首次注視時間」。對本研究來說，「平均首次注視時間」愈少，表示受試者較快速找到判斷畫作是否獲獎的關鍵處。

3. 總凝視時間 (Total Fixation Duration, TFD)

「總凝視時間」是指觀看者的視線進入「關鍵區域」(AOI)至離開前的凝視時間總合。此指標反應此區域是否引起觀看者的注意 (Holsanova, Holmberg & Holmqvist, 2009)。對本研究來說，「平均總凝視時間」愈少，表示受試者能較快速從畫作的「關鍵區域」判斷畫作是否能獲獎。

4. 總凝視次數 (Total Number of Fixation / Fixation Count)

「總注視次數」是指觀看者的視線進入「關鍵區域」(AOI)至離開前的眼睛跳視運動個數總合。吳昭容 (2019) 指出，Buswell 於 1935 年進行圖像瀏覽行為的研究時即發現，視覺凝視點的分佈並非隨機呈現，而是有區域性的集中或分散在不同的位置。因此，分析觀看者在圖像上各「關鍵區域」的凝視點次數分佈疏密，可了解觀看者在觀看圖像時，所注視的區域。

此外，本研究也舉「每一類美術背景相同的人員，在同一幅畫作圖片上疊合的『熱區圖』」(heatmap 或 attention map) 為例，藉此說明不同美術背景人員在畫作評選行為的異同

性。「熱區圖」是一種使用顏色來代表數值大小的資料視覺化技術，一般來說，眼動儀所產生的「熱區圖」顏色越趨於暖色系（例如：紅、橙、黃...等顏色），代表數值較高的區域；顏色越趨於冷色系（例如：藍、靛、紫...等顏色），代表數值較低的區域。

（二）人工智慧、深度學習與系統效能

關於「人工智慧」、「機器學習」與「深度學習」的關係，茲以圖 2 表示。「人工智慧」的一條分支是「機器學習」，而「機器學習」的一條分支則是「深度學習」（類神經網路）。

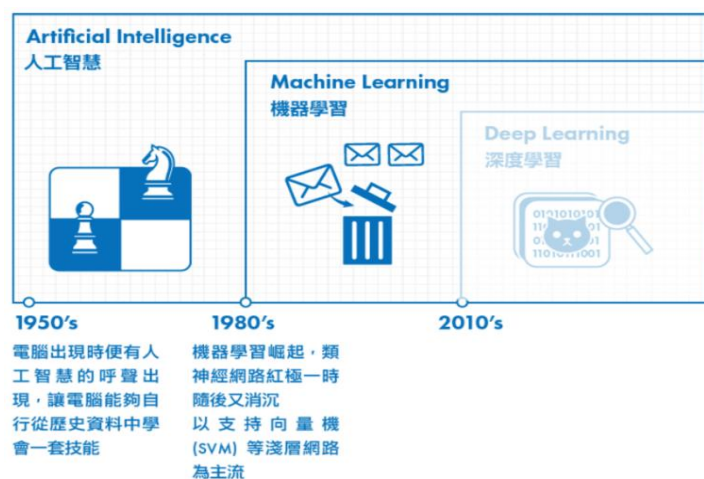


圖 2：「人工智慧」、「機器學習」與「深度學習」的關係圖

資料來源：<https://www.stockfeel.com.tw/機器學習的衰頹興盛：從類神經網路到淺層學習/>

1. 人工智慧 (artificial intelligence, AI) 理論

「人工智慧」是透過建立及應用內建於動態運算環境中的演算法，來模擬人類智慧過程的基礎。換句話說，AI 的目標是「試圖讓電腦像人類一樣，能夠思考與行動」（引自 NetApp 網站）。然而，要實現上述目標，則需要「運算系統」、「資料與資料管理」、「進階 AI 演算法（程式碼）」等三個關鍵要素。當我們完成人工智慧 (AI) 的系統建置後，它便成為一個能夠模仿人類的智慧，執行任務的系統或機器，並且，還可以根據後續蒐集到的資訊，不斷自我調整與進化（引自 ORCAL 網站）。

簡單來說，人工智慧 (AI) 構成所有電腦學習的基礎，也是所有複雜決策的未來。例如：「井字遊戲」（又稱為圈叉遊戲）有 255,168 種不同的走法。其中，有 46,080 種走法會出現平局的結果，大多數人都還能算出要怎麼走，才不會輸掉遊戲。「西洋棋」則有超過 500×10^{18} 種不同的走法，能熟悉各種走法、稱得上高手的人便屈指可數了。而電腦卻能夠以極有效率的方式，計算出這些走法的排列組合，並找到「最佳對策」。AI、機器學習、和深度學習為後續的「商業決策」奠定了基礎。AI 已廣泛地應用在我們的日常生活之中，舉凡金融服務詐騙偵測、零售採購預測、語音辨識、視覺辨識、指紋辨識...等，處處可見 AI 的蹤跡。

2. 深度學習 (Deep Learning)

「深度學習」是機器學習的一種方式，也是目前「人工智慧」的主流。2016 年擊敗世界棋王的 Google AlphaGo；2011 年奪得益智問答比賽大獎的 IBM Watson，都是機器「深度學習」的最佳代言（引自 2016 年資料科學年會）。李宏毅（2016）提到，「深度學習」只要三個步驟：建構網路、設定目標、開始學習。簡單來說，「深度學習」是一個「函數的集合」，「類神經網路」就是一堆函數的集合（參見下圖 3）。當我們對此「類神經網路」放入一堆數值後，整個「類神經網路」就會輸出一堆數值。而電腦就會在這「類神經網路」裡面找出一個最好的結果，也就是機器運算出來的最佳解。機器可以依此下決定：要在棋盤上哪一點下手？人類也可以按照機器的建議而作決策。

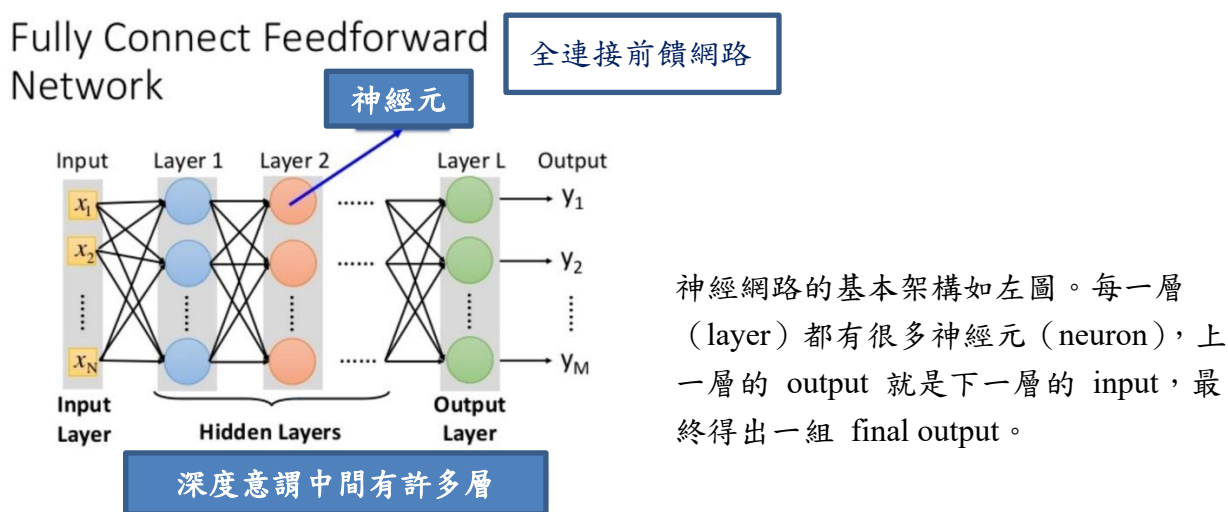


圖 3：深度學習的類神經網路架構

綜合來說，「深度學習」並非「萬能的人工智慧」。它只能針對某一項特定的需求進行設計，現在我們所想像那些各種酷炫的 AI 應用，都還在初期的規劃階段，還有許多「行為」需要人類加以定義、設計。未來，當機器可自行定義「行為」架構時，那「機器人的世界」就值得期待了。

3. 卷積神經網路 (Convolutional Neural Network, CNN)

「卷積神經網路」(CNN) 又被稱為 CNNs 或 ConvNets，它是目前「深度神經網路」(Deep Neural Network) 領域發展的主力，經常被應用在「視覺辨識」領域，在「大型圖片辨別」甚至可做到比人類判斷還要精準的程度。

「卷積神經網路」(CNN) 是模仿人類大腦的認知方式，例如：當我們要辨識一個圖像時，會先注意到顏色鮮明的點、線、面，然後再將它們構成一個個不同的形狀（眼睛、鼻子、嘴巴...）。這種「抽象化」的過程，就是 CNN 演算法建立模型的方式。「卷積層」(Convolution Layer) 就是由「點的比對」轉成「局部的比對」，透過一塊一塊的「特徵」研判，逐步堆疊、綜合比對結果，就可以得到較好的辨識結果（模型建立的過程如圖 4 所示）。

「卷積神經網路」是由一個或多個「卷積層」(Convolution)和「神經網路」組成；同時，還包括「關聯權重」和「池化層」(Pooling layer)(如圖4)。此結構使得「卷積神經網路」能夠輸入二維結構的資料。相較於其他「深度學習」的結構來說，「卷積神經網路」在「圖像」和「語音」辨識方面能夠給出更好的結果(引自維基百科)。

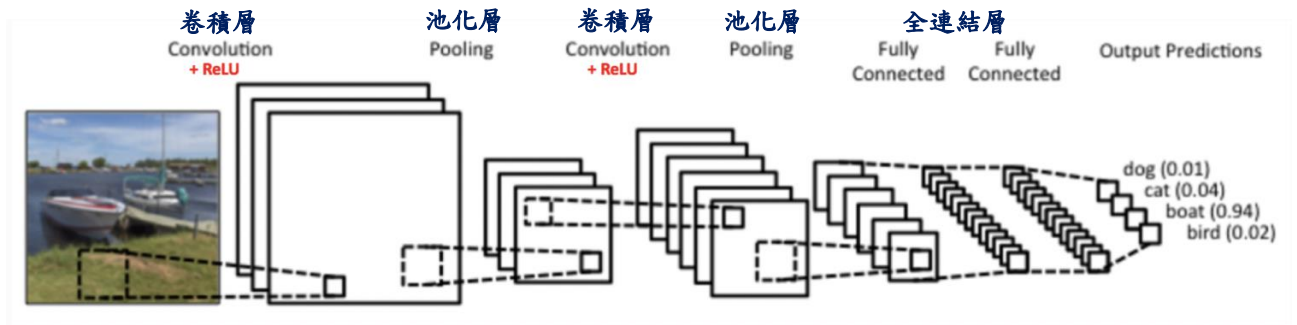


圖 4：卷積神經網路 (CNN) 架構

資料來源：[An Intuitive Explanation of Convolutional Neural Networks](#)

關於「卷積神經網路」(CNN)各層的名稱與簡要說明如下：

(1) 卷積層 (Convolution Layer)

「卷積運算」的 mask 一般稱為 kernel map，其數量是可以調整的。一般在影像上，「卷積運算」後會再加上「激活函數」(activation function)，進行非線性轉換，接續獲得的圖片稱為「特徵圖」(feature map)。

$$\text{Feature map}\{i\} = \text{original Data} * \text{Kernel Map}\{i\} \quad (*\text{為卷積運算})$$

(2) 激活層 (Activation Layer)

(3) 池化層 (Pooling Layer)

「池化法」會根據 feature map 結果去做 pooling，得到的就是降維的「特徵圖」。

(4) 全連結層 (Fully Connected Layer)

4. 「AI 藝術畫作評選系統」的效能檢視

本研究運用預測「準確率」(Accuracy)、「靈敏度/真陽性率」(Sensitivity)與「特異性/真陰性率」(Specificity)來評估「AI 藝術畫作評選系統」之預測效能。計算公式如表 3：

表 3：檢視「AI 藝術畫作評選系統」預測效能之指標說明

	<p>準確率 (Accuracy)</p>	<p>指「實際上是得獎的畫作 ($tp + fp$)，也被系統判定為得獎的畫作 (tp)；實際上是未得獎得畫作 ($fn + tn$)，也被系統判定為未得獎的畫作 (tn)」佔全部畫作 ($tp + fp + fn + tn$) 的比例。</p> $\text{Accuracy} = \frac{tp+tn}{tp+fp+fn+tn}$
	<p>靈敏度 真陽性率 (Sensitivity)</p>	<p>指「實際上是得獎畫作 ($tp + fp$)，也被系統判定為得獎畫作 (tp)」佔實際上是得獎畫作 ($tp + fp$) 的比例。</p> $\text{Precision} = \frac{tp}{tp+fp}$
	<p>特異度 真陰性率 (Specificity)</p>	<p>指「實際上是未得獎畫作 ($tn + fn$)，也被系統判定為未得獎畫作 (tn)」佔實際上是未得獎畫作 ($tn + fn$) 的比例。</p> $\text{Specificity} = \frac{tn}{tn+fn}$

貳、研究方法與過程

一、研究架構與實驗流程

(一) 研究架構

本研究發想：AI 已能繪圖奪得美術競賽首獎，它能擔任美術競賽的評審嗎？是否也能運用機器「深度學習」技術，訓練、驗證與測試一個「AI 藝術畫作評選系統」模型，並檢視此評選系統的預測效能？

此外，為了培養大眾擁有像專家般的評選畫作的能力，研究者思考：眼球追蹤技術是一種可自然且即時定位人們看到哪裡的技术。那麼，是否能藉此技術了解美術專家如何鑑賞一幅畫作，進而習得專家鑑賞藝術畫作的能力？然而，要「學習美術專家如何鑑賞一幅畫」之前，應先確認、比較不同美術背景的專家、學校美術教師、畫室美術老師、美術班學生，他們在評選畫作作品時，他們的評選行為是否有顯著性差異？因此，本研究規劃以「眼球追蹤技術」運算轉化而得的數據進行比較。

本研究期待未來「非專家」能透過模仿「專家」評選畫作的眼動歷程，提升畫作評選的能力。下圖 5 是本研究的架構圖：



圖 5：研究架構圖

(二) 實驗流程

本研究運用眼動儀實施「畫作作品評選」的實驗流程如圖 6：

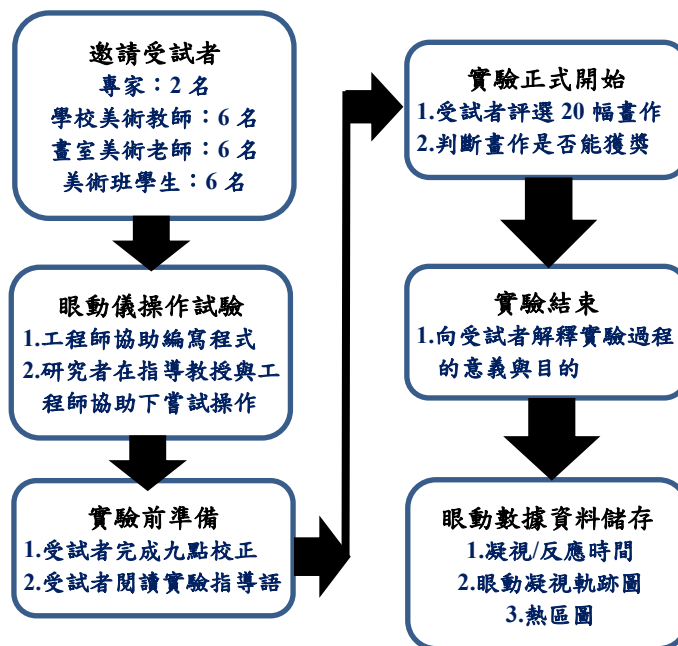


圖 6：畫作作品評選實驗流程圖

此「畫作作品評選」的實驗流程分為六項步驟。說明如下：

1. 步驟一：邀請受試者

本研究邀請 21 名過去具有美術相關經驗或背景（例如：曾擔任美術教師、曾獲得美展相關獎項、曾就讀美術班、曾擔任相關美展的評審…等）的人員，參與本研究。指導教授會掌握實際參與研究的人員名單，並親自向每位被邀請的人員說明研究的實驗流程。若受試者為未成年的學生，本研究也邀請學生的監護人前來聆聽。眼動儀施測地點為國立臺灣師範大學圖書館校區教育研究大樓教育心理與輔導學系教 620-1 眼動儀實驗室。

2. 步驟二：眼動儀操作試驗

實驗進行前，指導教授帶著研究者和 SR Research 眼動儀代理商指派的工程師，先行討論實驗數據的需求並編寫程式（包括每張畫作圖片的關鍵區域範圍、眼動實驗材料…等），研究者也在指導教授與工程師的引導下，嘗試操作眼動儀（如圖 7）。



圖 7-1：研究者紀錄受試者行為



圖 7-2：研究者引導受試者施測

圖 7：研究者嘗試操作眼動儀實驗過程

3. 步驟三：實驗前準備

本研究規劃受試者進入眼動儀實驗室後，首先，進行眼動儀九點校正；接著，再閱讀實驗指導語（如圖 8）等活動。

指導語

1. 以下，將呈現 20 幅有關「高中職組學生西畫類美術作品」。
2. 每一頁都有 1 幅畫作作品。
3. 請仔細閱覽畫面中的每 1 幅畫作作品，判斷該幅畫作作品是否能在【全國學生美術比賽：高中職組西畫類】組的競賽中獲得獎項？
4. 若您判斷該幅畫「會(得獎)」請按下「A」鍵，若您判斷「不會(得獎)」請按下「L」鍵。
5. 當您鑑賞並判斷完成一頁的畫作作品後，請按「空白鍵」，跳至下一個頁面，繼續鑑賞與判斷下一幅畫。

圖 8：「藝術畫作評選」眼動實驗指導語

4.步驟四：實驗正式開始

實驗開始後，每位受試者都會評選 20 幅畫作作品，判斷該畫作是否能於「全國學生美術比賽」高中職組西畫類獲獎（特優、優等、甲等）（即成為卓越作品）。

5.步驟五：實驗結束

實驗結束後，指導教授先示範如何向受試者解釋眼動實驗過程中，每一個細節的意義與目的；接著，再由研究者試著練習說明。

6.步驟六：眼動數據資料儲存

本研究會將眼動儀中有關「凝視」、「反應時間」、「眼動凝視軌跡圖」、「熱圖」等眼球運動參數之原始資料轉檔並儲存於計畫主持人的隨身硬碟中。

二、資料準備與蒐集

為達成研究目的，研究者蒐集 2017~2021 年「全國學生美術比賽」高中、職組西畫類「獲獎」（包括特優、優等與甲等等獎項，即為卓越作品）與「未獲獎」（即為優秀作品）的畫作作品 155 件，作為機器「深度學習」的材料。下表 4 為本研究蒐集的畫作作品資訊：

表 4：2017~2021 年「全國學生美術比賽」高中職組西畫類畫作作品統計

特優	優等	甲等	未獲獎
12	12	18	113

註：1.本研究蒐集的「未獲獎」畫作，是源於報名參加高雄市、嘉義縣與臺北市等三縣市之美術競賽獲有獎項，但未獲推薦代表該縣市參加全國學生美術比賽之畫作。
2.依據國立臺灣藝術教育館《全國學生美術比賽實施要點》「捌、附則」中第十三條有關得獎作品之使用規定：參選獲獎作品之著作財產權歸屬得獎人，作品得獎人應無償授權指導單位及主辦單位對於得獎作品之非營利範圍內使用，並不限定地域、時間、媒體型式、次數、重製次數、內容與方法，並應承諾不得對指導單位及主辦單位行使著作人格權。至於涉及運用得獎作品製作營利性之文創商品者，均應另徵得得獎人同意授權（得獎作品專輯除外）。並且，本研究亦以「e-mail」的方式，向國立臺灣藝術教育館說明本研究欲使用該機構於網頁公告之畫作圖像，並徵詢該機構之同意（來往信件資料參見附件一）。

為了讓不同美術背景的研究參與者（包括專家、學校美術教師、畫室美術老師、美術班學生）進行畫作作品評選，本研究從蒐集的 244 幅畫作中，挑選 20 件（包括特優 4 件、優等 5 件、甲等 4 件、未獲入選 7 件）作品，作為本研究進行「畫作作品評選」的材料。研究者在「畫作作品評選」過程中，蒐集受試者展現的眼球運動參數：反應時間、首次注視時間、總凝視時間與總凝視次數、他們判斷結果與實際情形的一致性以及機器深度學習的「效能評估指標」（準確率、靈敏度、特異性），來檢視不同美術背景人員的評選行為是否有差異？

三、影像處理

本研究要將「畫作作品圖片」投入機器進行「深度學習」前，需要先將這些「畫作作品圖片」進行「影像處理」：例如，主辦單位在翻拍一些畫作作品時，會將「畫框」一併拍攝（參見圖 9-1），這會導致後續機器進行「深度學習」時，誤將「畫框」判讀為「美」的特徵因素；此外，主辦單位在製作「畫作作品圖片」時，是翻拍自畫冊的紙本，導致畫作圖片呈現歪斜的情形（參見圖 9-2），這也會導致後續機器進行「深度學習」時，提煉出不對的「美」之特徵因素；還有，解析度較低的「畫作作品圖片」也需要予以排除（參見圖 9-3），因為，模糊的影像會影響機器「深度學習」的判斷。



圖 9：需要再行處理或捨棄的「畫作作品圖片」舉隅

本研究會標記每件畫作參加「全國學生美術比賽」的年度，也會標記每件畫作最終獲得的獎項：獲得「全國學生美術比賽」特優、優等、甲等獎項的畫作，標記為「卓越作品」；獲得各縣市的各類獎項，但未獲「全國學生美術比賽」獎項的畫作，則標記為「優秀作品」，形成「基準真相資料」(Ground truth data)。

四、AI 藝術畫作評選系統

ResNet 是 2015 年提出的一種機器/深度學習架構，透過跳躍連接 (Skip Connection) 方式，不僅解決了深度學習網路在訓練時可能遇到梯度消散的問題，同時更讓機器/深度學習的網路架構真正達到更深、更廣的目標。而 Zhang, Wu, Zhang, Zhu, Zhang, Lin, Sun, He, Mueller, Manmatha, Mu, Alexander & Smola (2020) 所提出的 ResNeSt 架構，是以 ResNet 區塊 (ResNet Block) 為基礎，結合 Google 提出的分群運算與合併概念以及特徵篩選模型 (Squeeze-and-Excitation Module, SE Module) 建構的 ResNeSt 區塊 (ResNeSt Block)，建立 ResNeSt 模型。

ResNeSt Block 的結構如下：當「輸入」進入 ResNeSt Block 時，會先將「輸入」分成大小

相同的 k 群 (即 k 個 Cardinal) (參見下圖 10); 接著, 又將每個群再次分成 r 群 (即 r 個 Split), 而在每個 Split 中的每個「輸入」都會依序經過核心為 1×1 與 3×3 大小的卷積核, 而每個 Split 的輸出都會作為 Split Attention (即 SE Module) 的「輸入」進行特徵篩選 (參見下圖 11)。在 Split Attention (參見下圖 11) 中, 會將 r 個「輸入」進行相加, 然後透過全池化 (Global Pooling)、批次正規化 (Batch Normalization, BN)、ReLU、以及全連通層 (Dense), 透過這樣的方式可以計算出 Attention score, 再與每一個進入 Split Attention 的「輸入」各自相乘, 達到篩選特徵的成果。當 k 個 Cardinal 都完成後, 會將輸出進行串接, 接著通過一個核心大小為 1×1 的卷積核計算, 最後, 使用 ResNet 的跳躍連接概念, 與原始輸入進行相加, 藉此取得重要的特徵資訊。

本研究主要目標屬於「分類」, 因此, 指導教授選擇 Binary Cross Entropy (交叉熵) 作為訓練模型時的損失函數 (loss function), 損失函數 $H(B)$ 的公式如下:

$$H(B) = -\sum_{i=1}^n y_i \log \hat{y}_i + (1 - y_i) \times \log(1 - \hat{y}_i) \quad \text{。其中, } y_i \text{ 表示實際值, } \hat{y}_i \text{ 表示預測值。}$$

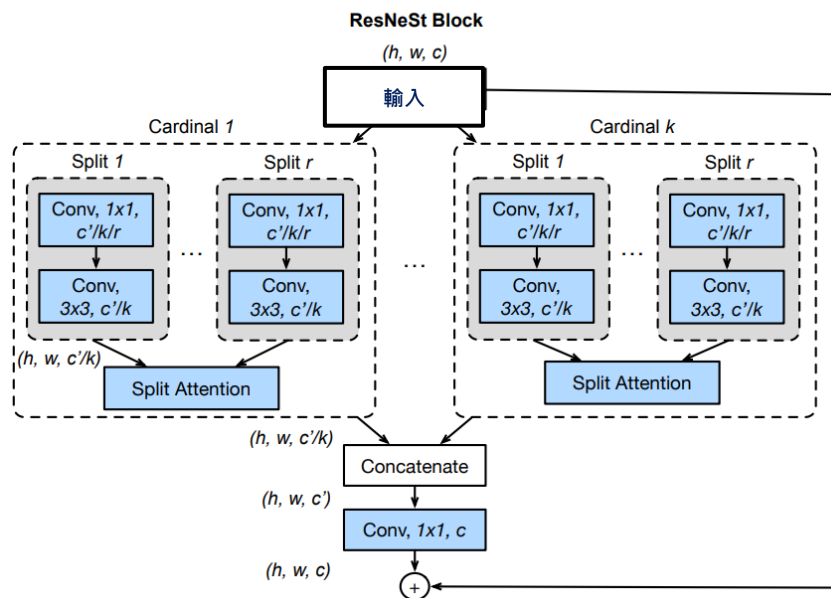


圖 10 : ResNeSt Block

資料來源: <https://arxiv.org/pdf/2004.08955.pdf>

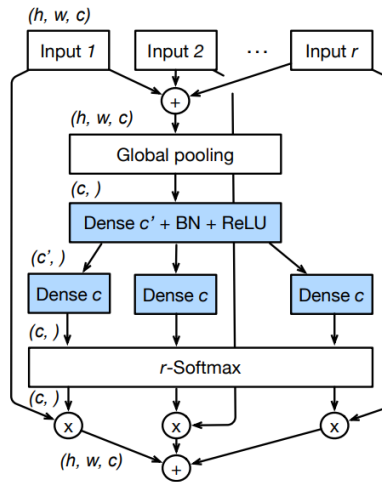


圖 11：Split Attention

資料來源: <https://arxiv.org/pdf/2004.08955.pdf>

簡單來說，本研究規劃的「機器學習」，是將 2017~2021 年「全國學生美術比賽」中「獲獎」與「未獲獎」的 155 件畫作作品圖像，作為已知的資料，進行「特徵分類」，並藉由不斷地「訓練」(training)過程，迭代找出最適合這群資料的模型或公式。所謂「訓練」，即是對初步模型做修正，並藉由一步步的數學迭代法找出最小誤差。舉例來說，本研究中由專家標定的『名次』，可視為『標準答案』。電腦在初期，會找出接近這群標準答案的一條曲線，使得該曲線和標準答案的總誤差值最小；判斷總誤差值最小的工具，就稱為損失函數 (loss function)：損失函數值越大，表示訓練的模型「預測能力」越差；反之，則表示「預測能力」越好。

本實驗採取 Binary Cross Entropy (交叉熵) 作為主要的「損失函數」(loss function)，除了該函數是分類法 (classification) 中的主要工具以外，在針對決定預測模型的好與壞時，也能提供一個具體數學的表現方法。公式中的「 $H(B) = -\sum_{i=1}^n y_i \log \hat{y}_i + (1 - y_i) \times \log(1 - \hat{y}_i)$ 」恰好涵蓋「預測為真」、「預測為否」與「實際為真」、「實際為否」四種組合，並以「機率」當作「次方」來對預測的正確性給予「加權懲罰」(weighted punishment)：當「實際為真」且「預測為否」(或「實際為否」卻「預測為真」) 時，將給予大量的懲罰，來加速迭代模型的修正。

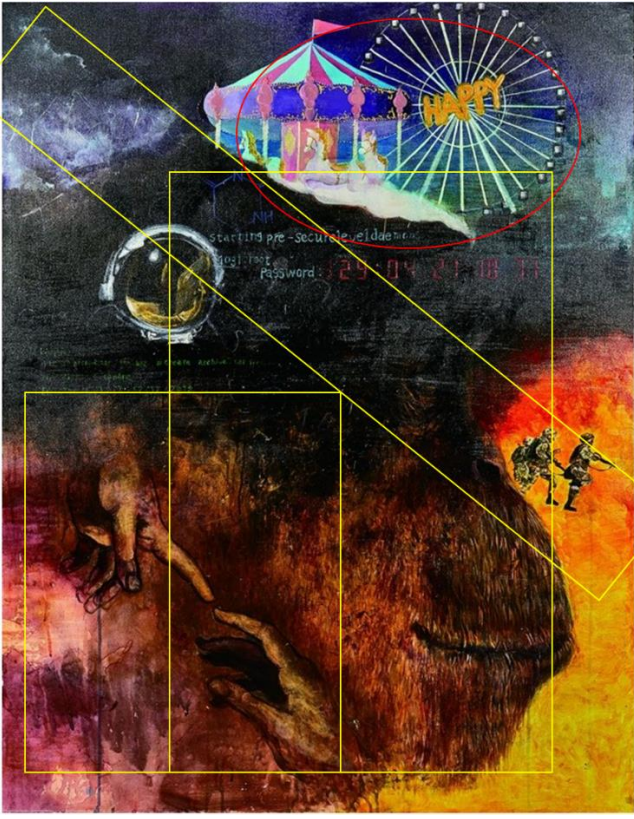
五、評選材料-視覺刺激材料

依據《全國學生美術比賽實施要點》內容，再綜覽藝術類專家評選畫作的過程，可將評選行為分成兩個步驟：一、判斷作品「是否得獎」(包括是否給予佳作、甲等獎項？或是進入下一階段複選？)；二、看見作品的「亮點」或「敗筆」(亦即關注畫作的優良或缺點關鍵處)。針對上述第一個步驟，本研究植基於人工智慧理論，讓機器進行「深度學習」，以訓練、驗證與測試「AI 藝術畫作評選系統」模型，期望此系統模型能準確預測畫作能否獲得「全國學生美術比賽」獎項？若能實現，本研究預期此「AI 藝術畫作評選系統」模型，將能降低專家大量評選畫作的負擔；也能隨時陪伴參賽者，提早知曉自己的畫作水準，並為追求卓越成績而繼續努力。

至於評選行為的第二個步驟，應是普羅大眾培養藝術畫作鑑賞能力的關鍵。因此，本研

究從蒐集的 244 件畫作中，挑選 20 件（特優 4 件、優等 5 件、甲等 4 件、未獲入選 7 件）畫作，作為不同美術背景人員進行「畫作評選」的視覺刺激材料。同時，邀請一位曾多次指導學生參加「全國學生美術比賽」且獲獎的專家 (E1)，針對這 20 件畫作作品，圈出每件畫作的「關鍵區域」(Area Of Interest, AOI)。他圈完「關鍵區域」後，還邀請一位美術專業的同事再行檢視，並獲得共識，以達評分者信度 (scorer reliability) 的考驗。

本研究利用眼球運動參數，比較不同美術背景的受試者，在評選畫作時，是否也和專家一樣，都聚焦在畫作的「關鍵區域」？以下，舉例介紹專家 (E1) 和他同事對畫作 (P2) 圈出的「關鍵區域」，並說明他們對這些「關鍵區域」的看法：

	<p>【作品-年度-獎項】 P2-108-特優</p> <p>【專家評語】</p> <p>1. 此作品在「色彩使用」上採寒色系與暖色系對比的呈現方式，「整體構圖」包含許多不同寓意的物件，畫作中央的「猿猴」、左下方引用米開朗基羅的名畫「創造亞當」中的「手」，暗示人類從猿猴變成人類的過程。此外，畫作右方「戰爭的士兵」與「戰火綿延」，與左上方的「暴風雨」相互呼應，象徵世界上紛紛擾擾的一切事物，都源於人類。畫作正上方的「遊樂園」象徵這才是大家所嚮往的氛圍。</p> <p>2. 此作品透過畫作中的「隱喻」，暗藏作者的主觀想法，題材具特色且有獨創性。較可惜的是作者在「遊樂園」繪圖的技巧表現層次稍嫌單調。</p>
<p>註：黃色圈代表優評區，紅色圈代表差評區。</p> <p>圖 12：專家對畫作 (P2) 圈出的「關鍵區域」以及評語</p>	

六、受試者相關經驗調查表

本研究以「問卷調查」的方式，蒐集受試者的美術背景資料及一些關於對藝術創作的想法，調查表大綱如下（見附件二）：

- 【問題 1】您何時開始學習「藝術作品創作」？何時開始「藝術作品創作」教學（美術班學生不須作答）？
- 【問題 2】請列舉您在「藝術作品創作」的得獎經驗（若相當多請簡述重要比賽經驗）。
- 【問題 3】您在「藝術作品創作」的專長類別為何（可複選）？

<input type="checkbox"/>	水墨	<input type="checkbox"/>	油畫	<input type="checkbox"/>	攝影
<input type="checkbox"/>	書法	<input type="checkbox"/>	水彩	<input type="checkbox"/>	新媒體藝術
<input type="checkbox"/>	篆刻	<input type="checkbox"/>	版畫	<input type="checkbox"/>	綜合媒材
<input type="checkbox"/>	膠彩	<input type="checkbox"/>	雕塑	<input type="checkbox"/>	其他_____

【問題 4】您平均一週用於藝術作品創作的時間有多久？

【問題 5】您擔任「藝術作品創作」評審或相關委員的經歷為何（美術班學生不須作答）？

【問題 6】您認為「繪畫類畫作作品」評選時，應考量的判準為何？

七、儀器設備

（一）眼動儀

本研究之目的，是運用「眼動追蹤技術」比較專家、學校美術教師、畫室美術老師、美術班學生等不同美術背景人員，在評鑑畫作過程的評選行為差異。本研究使用的眼動儀，是由 SR Research 公司所生產的「the EyeLink 1000 Desktop Mount」型號「眼動儀」（參見圖 12-1），記錄受試者右眼的眼動「凝視」（fixation）資料。該眼動儀是利用紅外線偵測瞳孔位置及角膜反射的原理追蹤眼球運動。EyeLink 系統不但準確，而且能在極小的延遲下立即收集到毫秒的短暫眼動資料。此外，該眼動儀也具有高解析度、低噪音、穩定、快速、多用途的優點，能在完全不干擾受試者的環境下自然、立即且安全的收集到受試者的眼動資料。其特點條列如下：

1. 1000 Hz 採樣率：採樣率達 1 kHz，以影像基礎的眼球追蹤，絕無遺漏的樣本。
2. 準確率高：絕無漂移，平均凝視位置誤差可低至 0.15° （一般約 $0.25^\circ \sim 0.5^\circ$ ）。
3. 多種系統供選購：可選購桌上型光學系統，無反射鏡，提供精巧、可攜式底座設計。
4. 焦點成像技術：可容許頭部垂直及平行的移動達 ± 25 mm 仍保持追蹤能力。
5. 高解析度：以瞳孔-角膜模式，在採樣率達 1000 Hz 下，解析度可達 0.01° 。
6. 即時：存取眼睛位置資料僅有 2 msec 延遲。
7. 快速簡易的設置、校正、驗證與記錄。
8. 完整軟體套件：包括整合過的高效能實驗設計軟體及資料分析工具。
9. 相容性佳：可輕易與其他軟體搭配，如 Presentation®，E-Prime®。

註：資料來源 <https://humansci.kyst.com.tw/EyeLink-Host-PC?page=1&limit=23&lv1=26>



圖 13-1： the EyeLink 1000 Desktop Mount 型號眼動儀



圖 13-2：受試者施測情形示意圖

圖 13：本研究使用的眼動儀與受試示意圖

(二) 訓練、驗證與測試「AI 藝術畫作評選系統」所需的環境建置

1. 電腦硬體

- (1) CPU： i7-8700 @3.2GHz
- (2) 記憶體： 32 GB
- (3) GPU： NVIDIA GeForce RTX 3090

2. 使用軟體

- (1) 系統： Windows 11
- (2) 程式語言： python 3.7.12
- (3) 深度學習框架： pytorch 1.10.1
- (4) 深度學習神經網路庫： CUDA11.3 GPU
- (5) 加速神經網路基元庫： cuDNN8.2
- (6) 圖表生成： wandb、scikit-learn、tensorboard、matplotlib
- (7) 其餘擴充程式庫： numpy 1.19.15、scipy

八、研究參與者

本研究邀請四類不同美術背景與經驗的人員參與。其中，包括專家3位(含1位繪製每幅視覺刺激材料的「關鍵區域(AOI)」)、學校美術教師6位、畫室美術老師6位以及美術班學生6位，參與眼動儀實驗受試。他們都具有藝術創作的的能力與獲獎經驗(相關資料整理如附件三)，非常符合本研究的期待。

九、資料分析

本研究蒐集受試者填寫的「相關經驗與觀點調查表」、評選畫作時產生的「眼球運動參數資料」與「熱區圖」(heat map)。其中，調查表【問題2】和【問題3】的內容，已彙整於附件三。本研究鑑於「畫作評選」包括「以眼睛視線觀看畫作圖片任一處-即眼動凝視」並找出此畫作的「優點與缺點-即凝視關鍵區域，判斷此關鍵區域之優點或缺點」；最後，判斷這幅

畫作是否能獲獎（成為卓越作品）？因此，本研究選擇「受試者判斷結果與實際情形的一致性」以及機器深度學習的「效能評估指標」（準確率、靈敏度、特异性），作為評估不同美術背景人員畫作評選行為的分析向度。

此外，本研究再以眼球運動參數資料-「反應時間」、「首次注視時間」、「總凝視時間」、「總凝視次數」以及「熱圖」等資料，比較不同美術背景人員畫作評選行為的差異。關於資料分析的方式說明如下：

（一）不同美術背景人員畫作評選結果分析

本研究蒐集的眼球運動參數資料，其中一項就是受試者判斷每一幅畫作能否於「全國學生美術比賽」中獲獎（即成為卓越作品）的資料。本研究首先將每位受試者對每一幅畫作評選的結果以二維表格的方式登錄，再將資料以描述性統計量呈現「不同美術背景人員畫作評選結果與實際情形的一致性」；再採用機器深度學習的「效能評估指標」（準確率、靈敏度、特异性）（計算方式參見表3），來評估不同美術背景人員畫作評選的效能。

（二）不同美術背景人員畫作評選行為的差異分析：眼動儀觀點

本研究還利用眼動儀蒐集受試者的反應時間、首次注視時間、總凝視時間與總凝視次數。其中，以單因子變異數分析 (Analysis of Variance, ANOVA)與 Scheffe 事後比較檢定等方法，分析不同美術背景人員評選畫作時，在這些眼球運動參數是否有顯著差異？此外，也以獨立樣本 t 檢定 (Independent Sample t-test) 分析「判斷正確」與「判斷錯誤」等兩種情形在各項眼球運動參數資料是否有顯著性差異？以皮爾森積差相關 (Pearson Correlation)分析各項眼球運動參數資料是否存有相關性？

十、研究倫理

本研究實驗施測的參與人員是具有藝術領域相關經驗的人士，會使用人體相關資訊，這涉及《人體生物資料庫管理條例》與《兒童及少年福利與權益保障法施行細則》等倫理原則與規範。因此，本研究的指導教授於2022年10月向國立成功大學人類研究倫理審查委員會申請本研究【「藝」猶未盡！眼動、專家、AI誰與爭鋒？】的倫理審查，並獲得該委員會審核通過且核發審查通過證明【案件編號：111-520，成大倫審會(簡)字第111-520-2號】（參見圖14）。



圖 14：人類研究倫理審查通過證明

(一) 告知同意

本研究進行實驗前，會由指導教授先行向有意願參與受測的學生與家長，解釋研究目的、實驗的過程以及施測的細節。過程中，讓學生有足夠時間提問問題，希望學生能全盤了解研究的實驗流程，也給予學生有足夠時間進行考慮，徵求學生的同意。

(二) 資訊保密

本研究進行實驗前，會向有意願參與受測的學生強調：他提供的「個人基本資料」與「具隱私性」內容的相關資料，本研究必定遵循「絕對保密，絕不對外公開」的原則；並且，研究結果僅以數據或文字詮釋的方式呈現，作為參加「2023 年臺灣國際科展」或「學術發表」等用途；不會在內文中呈現個人的相關訊息。

參、研究結果

一、不同美術背景人員畫作評選行為的差異比較

(一) 不同美術背景人員畫作評選結果分析

1. 不同美術背景人員畫作評選結果與實際情形之一致性比較

本研究利用「眼動儀」收集受試者的眼球運動參數資料，也請受試者在完成每一幅畫作的評選時，以「按鍵『A』或『L』」表示他對該幅畫作是否獲得「全國學生美術比賽」獎項進行判斷（按鍵「A」表示「會得獎」；按鍵「L」表示「不會得獎」）。下表 5 是每位受試者的畫作評選結果與實際情形的一致性分析。其中，「○」表示受試者「正確」判斷畫作是否獲獎；「※」則表示受試者判斷「錯誤」。

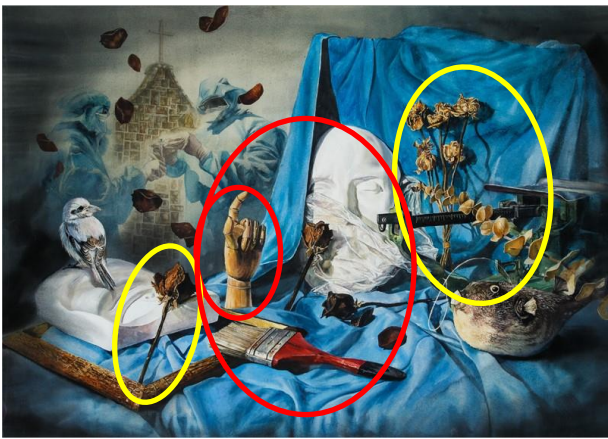
表 5：不同美術背景人員判斷畫作是否獲獎與實際情形的比較

人員類別 畫作獲獎	專家			學校美術教師						畫室美術老師						美術班學生					
	E1	E2	E3	T1	T2	T3	T4	T5	T6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
P1	○	※	※	○	※	○	○	※	○	○	○	○	※	※	※	※	※	○	○	○	
P2(特優)	○	※	※	※	○	※	○	※	※	※	○	※	※	※	※	※	※	※	○	※	
P3(優等)	○	○	○	○	○	※	○	○	※	○	○	○	○	○	○	※	○	※	○	○	
P4(優等)	○	※	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	※	○	○	
P5	○	※	※	※	○	※	※	※	○	※	※	※	○	※	※	※	※	※	※	※	
P6(甲等)	○	○	○	※	※	※	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
P7	※	○	○	○	○	○	○	※	○	○	○	※	○	※	※	○	※	○	○	※	
P8(特優)	○	※	※	※	※	○	※	○	○	○	※	○	※	※	○	※	※	※	○	○	
P9(優等)	○	※	○	○	※	○	○	○	○	○	○	○	※	○	○	○	○	○	○	○	
P10	○	○	○	※	○	○	○	○	○	○	※	※	○	※	※	※	※	○	○	○	
P11(優等)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	※	○	※	○	○	
P12(特優)	○	※	※	※	※	※	○	※	○	○	○	○	※	※	○	※	※	※	※	※	
P13(特優)	○	○	○	○	○	○	※	○	※	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
P14	※	○	※	○	※	○	○	○	○	※	※	○	※	※	※	○	※	※	○	○	
P15(甲等)	○	○	※	○	※	※	※	○	○	○	○	○	※	○	○	※	○	※	○	○	
P16	○	○	※	○	※	○	○	※	※	○	※	※	○	※	※	○	※	※	※	○	
P17(甲等)	○	※	※	○	○	○	※	○	※	○	○	※	○	※	※	○	※	○	○	※	
P18(優等)	○	※	※	※	○	※	○	※	○	○	○	○	○	○	○	※	○	○	○	○	
P19	○	○	○	○	○	○	○	※	○	※	※	※	○	※	※	○	※	○	※	※	
P20(甲等)	○	○	※	○	※	○	○	※	※	※	○	○	※	※	○	○	※	※	※	※	
一致性 (%)	90	65	45	65	55	65	75	55	70	75	65	75	60	40	55	50	40	40	70	65	55
	66.67%			64.17%						61.67%						53.33%					

從表 5 來看，我們發現：

- 【發現 1】即便是經驗豐富的「專家」，他們對於畫作是否獲獎的判斷，仍無法完全與真實的情形達一致性。可見，每年舉辦的「全國學生美術比賽」評審過程，可能因為評審組成不同而有不同結果。因此，如果本研究訓練的「AI 藝術畫作評選系統」模型能有效預測結果，那麼，此模型將能預先判斷作品是否能獲獎，並能「促進參賽者往追求卓越作品邁進」。
- 【發現 2】畫作 (P5) 被 81% (17/21) 的受試者判斷為「可獲獎」作品，此現象可能代表此畫作可能是當年度競賽中，介於「可獲獎」與「未獲獎」的遺珠。
- 【發現 3】畫作 (P2) 原屬於「卓越作品」(獲 108 年度特優獎項)，卻被 76% (16/21) 的受試者判斷為「未獲獎」作品。可見，畫作評選過程中，尋求客觀的評選機制有其重要性。
- 【發現 4】「專家」、「學校美術教師」與「畫室美術老師」，他們判斷畫作是否獲獎的結果與實際情形的一致性差別不大 (專家 66.67% > 學校美術教師 64.17% > 畫室美術老師 61.67%)。

以畫作 (P5) 為例，該作品屬於「未獲獎」的 (優秀) 作品，卻被 81% 的受測者判斷為「可獲獎」之 (卓越) 作品，本研究展示該畫作 (P5) 並羅列專家的評語如下圖 15：



註：黃色圈表示優評區，紅色圈表示差評區。

【作品獎項】 未獲獎

【專家評語】

- 1.美展作品得獎與否重點主要取決於「主題」、「整體性構圖」、「畫面張力」、「色彩調和」。若作品題材具特色且獨創，內容能表現出想法，帶入議題，更能讓作品加分。
- 2.此件作品以「醫病」題材出發，「背景」有忙碌的醫療人員，「背景」後面還畫有「十字架」，暗示「傷患、病者」；「前景」部分則「以靜物佈局」：「枯萎凋謝的花朵」、「局部的石膏」暗示著「生命的流逝」。整體構圖布局來說，都堪稱完整。
- 3.然而，本件作品在「色彩使用」較沉重，用色較為拘謹且稍嫌匠氣，畫作中央焦點區的「手」表現不夠出色；此外，與此畫作同類型題材的作品較常見，題材不具特色且未見獨創性。

圖 15：專家對畫作（P5）圈出的「關鍵區域」以及評語

過去有關「圖片觀看」的研究 (Chua, Boland & Nisbett, 2005)發現，若將一張圖片劃分為「前景」與「背景」兩部分，則「習慣使用中文」的觀看者，相較於「習慣使用英文」的觀看者來說，會花費更多的時間凝視圖片中的「背景」部分。換言之，華人會花費較多時間與精神專注於圖片中的「背景」。從專家 (E1)對畫作作品 (P5) 的評語發現，E1 首先關注於畫作的「背景」，後續才觀看畫作的「前景」，驗證 Chua、Boland 與 Nisbett (2005)的發現。

此外，專家 (E1)給畫作 (P5) 的評語也提到，畫作 (P5) 的「背景」與「前景」部分都有其優點；但在「色彩使用」與「主題特色」部分也有缺失，較難成為「卓越作品」。可見，專家不僅能看到優評區，也能看見差評區。

2.不同美術背景人員畫作評選之效能比較

本研究運用機器深度學習的效能評估指標「準確率」、「靈敏度」與「特異性」來評估不同美術背景人員評選畫作的效能 (參見下表 6)：

表 6：不同美術背景人員畫作評選的效能分析

畫作	專家			學校美術教師			畫室美術老師			美術班學生		
	準確率	靈敏度	特異性	準確率	靈敏度	特異性	準確率	靈敏度	特異性	準確率	靈敏度	特異性
P1	33%		33%	67%		67%	50%		50%	50%		50%
P2(特優)	33%	33%		33%	33%		16.7%	16.7%		16.7%	16.7%	
P3(優等)	100%	100%		67%	67%		100%	100%		67%	67%	
P4(優等)	67%	67%		100%	100%		100%	100%		83.3%	83.3%	
P5	33%		33%	33%		33%	16.7%		16.7%	0%		0%
P6(甲等)	100%	100%		50%	50%		100%	100%		100%	100%	
P7	67%		67%	83.3%		83.3%	50%		50%	67%		67%
P8(特優)	33%	33%		50%	50%		50%	50%		33%	33%	
P9(優等)	67%	67%		83.3%	83.3%		83.3%	83.3%		100%	100%	
P10	100%		100%	83.3%		83.3%	33%		33%	50%		50%

P11(優等)	100%	100%		100%	100%		100%	100%		67%	67%	
P12(特優)	33%	33%		33%	33%		67%	67%		0%	0%	
P13(特優)	100%	100%		67%	67%		100%	100%		100%	100%	
P14	33%		33%	83.3%		83.3%	16.7%		16.7%	50%		50%
P15(甲等)	67%	67%		50%	50%		83.3%	83.3%		67%	67%	
P16	67%		67%	50%		50%	33%		33%	33%		33%
P17(甲等)	33%	33%		67%	67%		50%	50%		50%	50%	
P18(優等)	33%	33%		50%	50%		100%	100%		83.3%	83.3%	
P19	100%		100%	83.3%		83.3%	16.7%		16.7%	33%		33%
P20(甲等)	67%	67%		50%	50%		50%	50%		16.7%	16.7%	
平均 (%)	65%	64.1%	61.9%	64.2%	61.6%	69%	60.8%	76.9%	30.9%	49.4%	60.3%	40.4%

註 1.準確率(Accuracy)：「實際上是得獎畫作 ($tp+fp$)，也被系統判定為得獎畫作 (tp)；實際上是未得獎畫作 ($fn+tn$)，也被系統判定為未得獎畫作 (tn)」佔全部畫作 ($tp+fp+fn+tn$) 的比例。

2.靈敏度(Sensitivity)：「實際上是得獎畫作 ($tp+fp$)，也被判定為得獎畫作 (tp)」佔實際上是得獎畫作 ($tp+fp$) 的比例。

3.特異性(Specificity)：「實際上是未得獎畫作 ($tn+fn$)，也被判定為未得獎畫作 (tn)」佔實際上是未得獎畫作 ($tn+fn$) 的比例。

從表 6 發現：

【發現 5】從「準確率」來看，不同美術經驗人員評選畫作是否獲獎與實際情形的一致性比對結果為：專家 65% > 學校美術教師 64.2% > 畫室美術老師 60.8% > 美術班學生 49.4%。由此可見，美術經驗與背景會影響畫作評選的判斷。

【發現 6】從「靈敏度」來看，不同美術經驗人員「將實際獲獎的畫作作品判斷為『可獲獎』」（也就是將實際獲獎作品判斷為卓越作品）的結果：畫室美術老師 76.9% > 專家 64.1% > 學校美術教師 61.6% > 美術班學生 60.3%。此現象可能原因為：畫室美術老師因職場競爭的原因，都會閱覽每一年度「全國學生美術比賽」實際獲獎的畫作作品，故能成功將實際獲獎作品判斷為『可獲獎』的作品。

【發現 7】從「特異性」來看，不同美術經驗人員「將實際未獲獎的畫作作品判斷為『無法獲獎』」（也就是將實際未獲獎作品判斷為優秀作品）的結果：學校美術教師 69% > 專家 61.6% > 美術班學生 40.4% > 畫室美術老師 30.9%。

(二) 不同美術背景人員畫作評選行為比較：眼動儀觀點

1. 不同美術背景人員評選行為比較：平均反應時間

「反應時間」是指個體對於視覺刺激材料產生回應動作時間的快慢。在本研究中，「平均反應時間」即為受試者觀看每一幅畫作後，至做出「畫作是否得獎」判斷所需要的平均時間。「平均反應時間」愈短者，表示該受試者較快速判斷畫作是否得獎。資料分析結果如表 7 與圖 16 所示：

表 7：不同美術背景人員畫作評選的「平均反應時間」差異比較

人員類別 眼動參數	統計數據	專家(1)	學校美術教師(2)	畫室美術老師(3)	美術班學生(4)
平均 反應時間 (毫秒/幅)	樣本數	20	20	20	20
	平均數	6209.1564	8925.3130	11855.1959	9686.2958
	標準差	1790.91518	2968.36099	2452.93422	2936.46962
	F 值	F 值 = 16.308			
	p 值	(2) > (1), (3) > (1), (4) > (1) (3) > (2) p 值 < .001***			

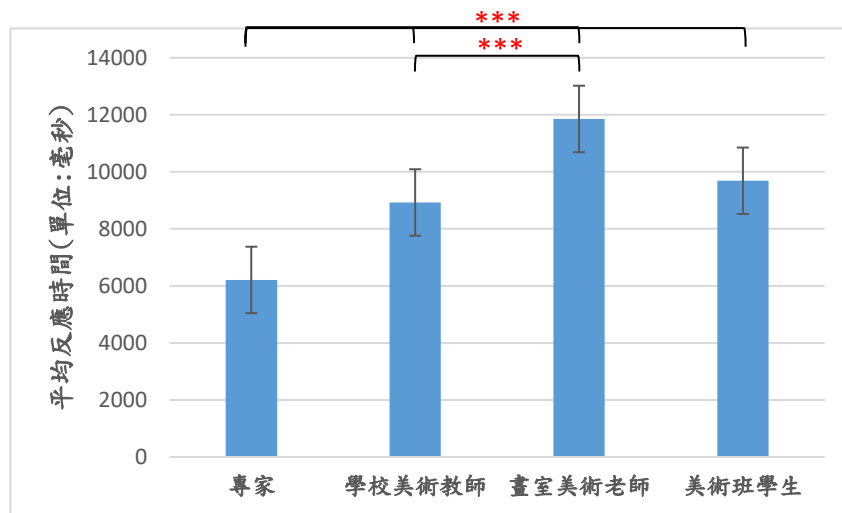


圖 16：不同美術背景人員判斷畫作是否獲獎的平均反應時間

因此，本研究提出以下發現：

【發現9】不同美術背景人員判斷畫作能否獲獎的「平均反應時間」達顯著性差異 (ANOVA, $p < .001^{***}$)。

【發現10】經 Scheffe 事後比較發現：專家與其他三類人員在「平均反應時間」都達顯著性差異 (專家 < 學校美術教師；專家 < 畫室美術老師；專家 < 美術班學生)；且學校美術教師與畫室美術老師也達顯著性差異 (學校美術教師 < 畫室美術老師)。

2.不同美術背景人員評選行為比較：平均首次注視時間

「首次注視時間」是指當視覺刺激材料出現時，觀看者第一次將眼球移動至「關鍵區域」所需的時距。本研究所指「平均首次注視時間」即為受試者在每幅畫作出現後，第一次將視線移動至專家 (E1) 圈出的「關鍵區域」所需的時間量。「關鍵區域」即為該畫作的「優評區」與「差評區」，也就是影響畫作是否獲獎的重要區域。受試者的「平均首次注視時間」愈少，表示 愈快找到畫作是否獲獎的關鍵處。分析結果如表 8 與圖 17 所示：

表 8：不同美術背景人員畫作評選的「平均首次注視時間」差異比較

人員類別 眼動參數	統計數據	專家(1)	學校美術教師(2)	畫室美術老師(3)	美術班學生(4)
平均首次 注視時間 (毫秒/幅)	樣本數	20	20	20	20
	平均數	216.7913	238.3572	243.0193	243.1478
	標準差	18.94782	23.21357	9.89498	17.07634
	F 值	F 值=9.799			
	p 值	(2)>(1), (3)>(1), (4)>(1) p 值<.001***			

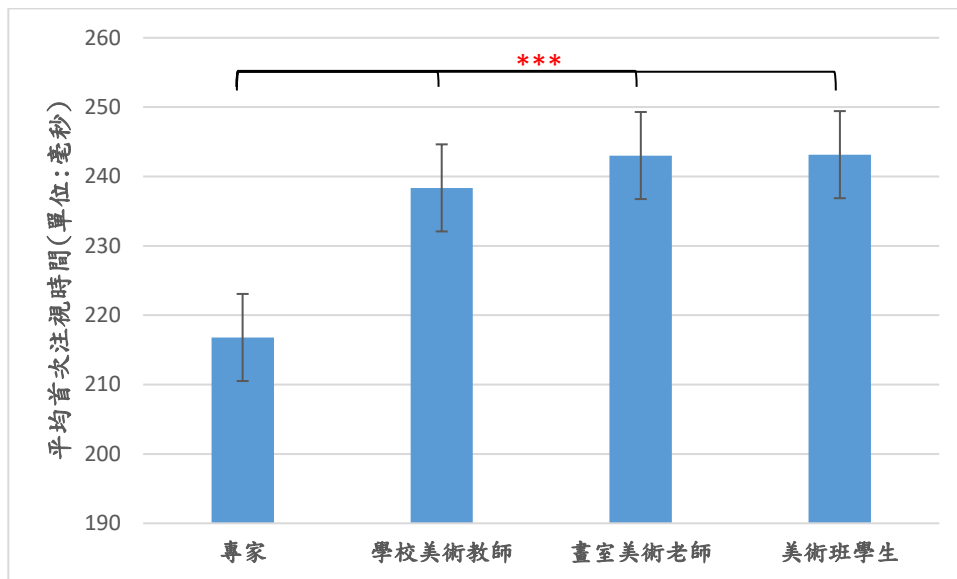


圖 17：不同美術背景人員在畫作評選的平均首次注視時間

因此，本研究發現：

【發現11】不同美術背景人員評選每幅畫作的「平均首次注視時間」達顯著性差異 (ANOVA, $p < .001^{***}$)。

【發現12】經 Scheffe 事後比較發現：不同美術背景人員的「平均首次注視時間」，專家與其他三類人員都達顯著性差異 (專家<學校美術教師；專家<畫室美術老師；專家<美術班學生)。

3.不同美術背景人員評選行為比較：平均總凝視時間

「總凝視時間」是指每次視覺刺激材料出現後，觀看者的視線停留在「關鍵區域」(AOI)的時間總合。本研究所指「平均總凝視時間」即為受試者評選畫作時，視線停留在畫作中「關鍵區域」的平均時間量。受試者的「平均總凝視時間」愈少，表示他能愈快從「關鍵區域」判斷畫作能否獲獎。分析結果如表9與圖18所示：

表 9：不同美術背景人員畫作評選的「平均總凝視時間」差異比較

人員類別 眼動參數	統計數據	專家(1)	學校美術教師(2)	畫室美術老師(3)	美術班學生(4)
平均 總凝視時間 (毫秒/幅)	樣本數	20	20	20	20
	平均數	6143.7000	9594.7083	12173.8833	10158.1667
	標準差	1863.60246	2165.01139	2472.89058	1927.75318
	F 值	F 值 = 27.947			
	p 值	(2) > (1), (3) > (1), (4) > (1) (3) > (2) (3) > (4) p 值 < .001***			

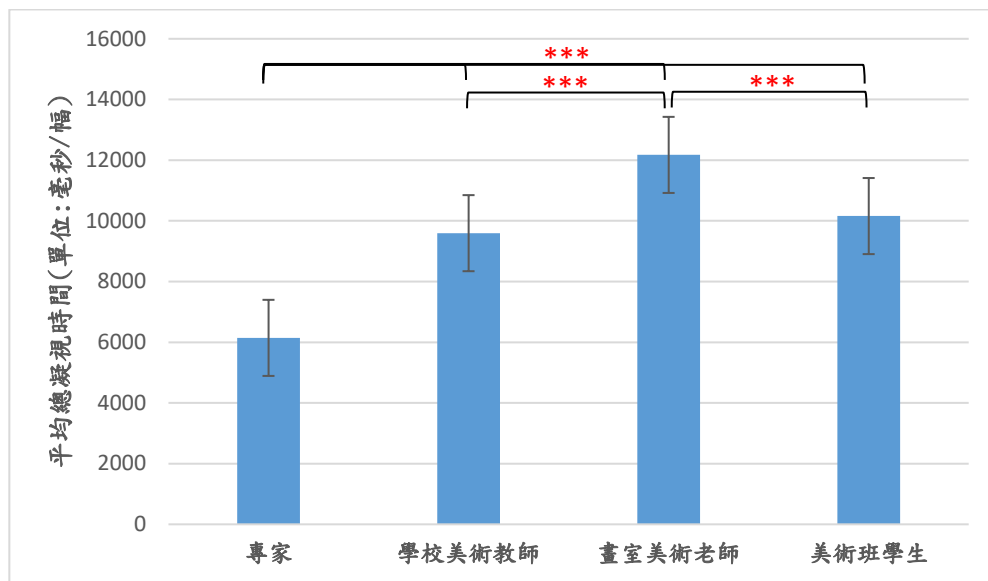


圖 18：不同美術背景人員在畫作評選的平均總凝視時間

因此，我們發現：

【發現13】不同美術背景人員評選畫作的「平均總凝視時間」達顯著性差異 (ANOVA, $p < .001***$)。

【發現14】經 Scheffe 事後比較發現：專家與其他三類人員都達顯著性差異 (專家 < 學校美術教師；專家 < 畫室美術老師；專家 < 美術班學生)；畫室美術老師也和學校美術教師、美術班學生達顯著性差異 (學校美術教師 < 畫室美術老師；美術班學生 < 畫室美術老師)。

4.不同美術背景人員的評選行為比較：平均總凝視次數

「總注視次數」是觀看者的視線進入「關鍵區域」(AOI) 至離開前的眼睛跳視運動個數總合。可了解觀看者在評選畫作時，所注視的區域。本研究所指「平均總凝視次數」即為受試者評選畫作作品時，視線進入每畫作中的「關鍵區域」之平均總次數。分析結果如表 10 與圖 19 所示：

表 10：不同美術背景人員畫作評選的「平均總凝視次數」差異比較

人員類別 眼動參數	統計數據	專家(1)	學校美術教師(2)	畫室美術老師(3)	美術班學生(4)
平均 總凝視次數 (單位：次)	樣本數	20	20	20	20
	平均數	23.1250	32.5750	41.9583	32.8833
	標準差	5.78991	7.36486	8.54039	5.89605
	F 值	F 值 = 24.206			
	p 值	(2) > (1), (3) > (1), (4) > (1) (3) > (2) (3) > (4) p 值 < .001***			

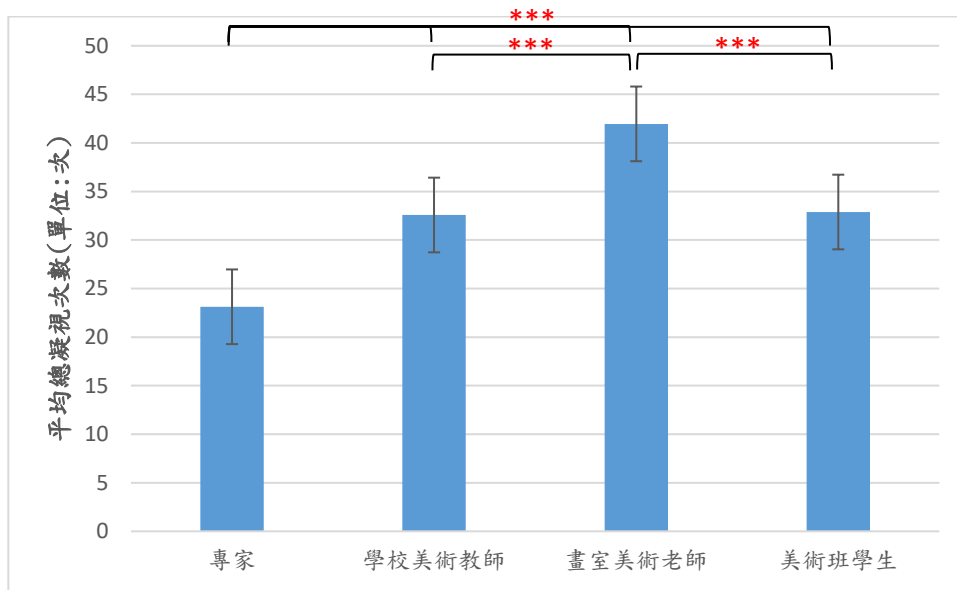


圖 19：不同美術背景人員在畫作評選的平均總凝視次數

因此，我們發現：

【發現15】不同美術背景人員評選畫作的「平均總凝視次數」達顯著性差異 (ANOVA, $p < .001***$)。

【發現16】經 Scheffe 事後比較發現：專家與其他三類人員都達顯著性差異 (專家 < 學校美術教師；專家 < 畫室美術老師；專家 < 美術班學生)；畫室美術老師也和學校美術教師、美術班學生達顯著性差異 (學校美術教師 < 畫室美術老師；美術班學生 < 畫室美術老師)。可見，專家觀看畫作作品找到「關鍵區域」(AOI) 時，即能快速地判斷這幅畫作是否能獲獎。

下圖 20 是受試者評選畫作 (P14) 時，各類美術背景人員疊合而成的熱區圖：

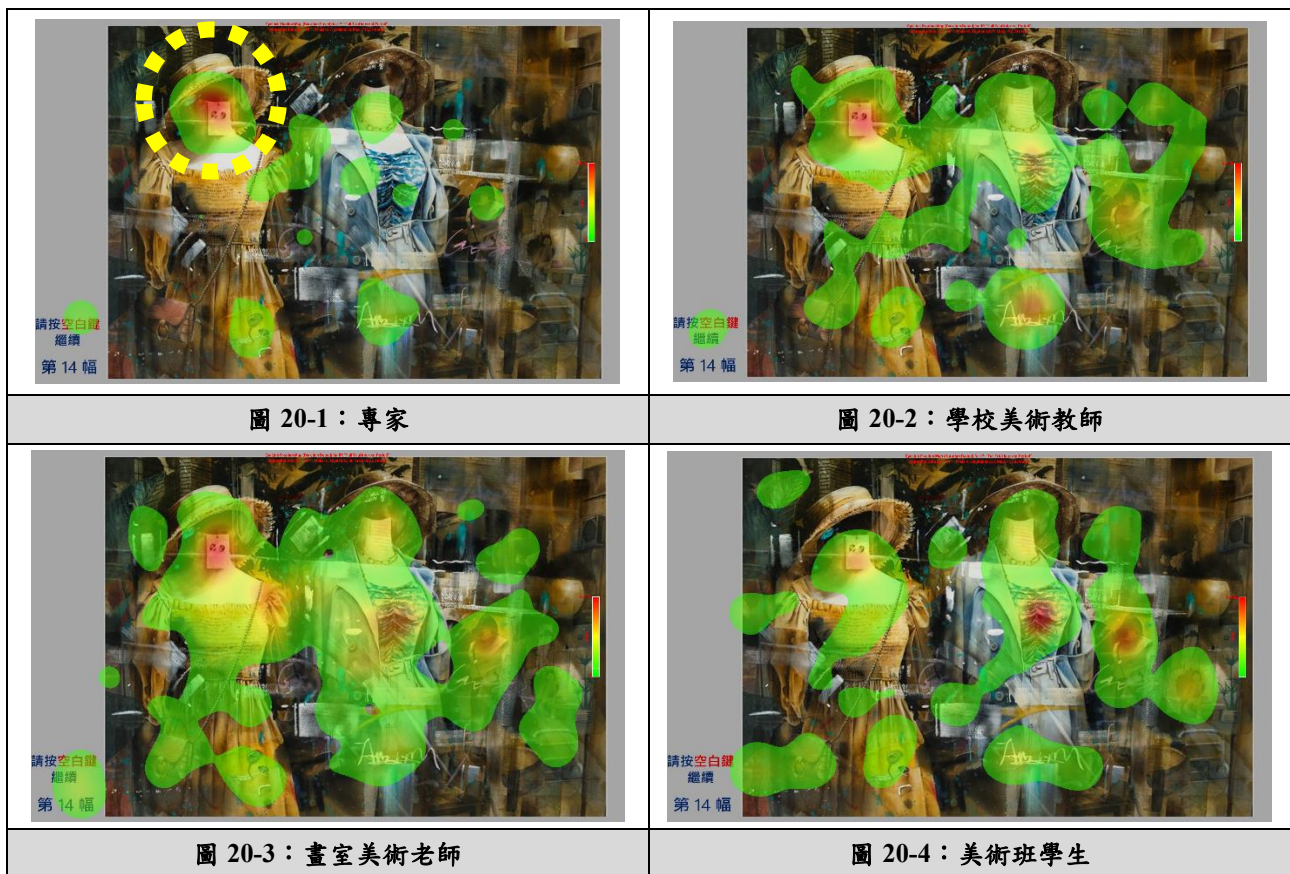


圖 20：不同美術背景人員在評選畫作（P14）時疊合而成的熱圖

由上圖 19-3「畫室美術老師」疊合的熱圖發現，畫室美術老師在此畫作（P14）的「總凝視次數」較多，且涵蓋的範圍也較廣；從圖 20-1「專家」疊合的熱圖也發現，左側模特兒的臉部範圍是各類不同美術背景人員「總凝視次數」較多的區域，顯示該區域是此幅畫作（P14）最受注意的範圍。

二、「AI 藝術畫作評選系統」的訓練、驗證與測試

（一）訓練、驗證與測試結果：運用 2017~2021 年度作品圖片

本研究使用 2017~2021 年度「全國學生美術比賽」高中職組的西畫類作品圖片，作為訓練、驗證與測試「AI 藝術畫作評選系統」模型的資料，總計 155 張圖片影像。其中，卓越作品（獲得特優、優等、甲等獎項）有 42 件（佔 27%），優秀作品（獲得佳作或是區域賽獲獎）有 113 件（佔 73%）。本研究將 155 張圖片影像資料依照比例分成「訓練集」、「驗證集」與「測試集」。首先，將 155 張圖片影像資料之 20% 劃分為「測試集」（7 件卓越作品與 24 件優秀作品）；將剩餘 80%（124 件）圖片影像資料以「8：2」的比例劃分成「訓練集」（24 件卓越作品與 73 件優秀作品）與「驗證集」（8 件卓越作品與 16 件優秀作品），各個數據集影像資料之分配情形如下表 11 所示：

表 11：訓練、驗證與測試之各數據集影像資料分配

數據集	圖片影像數量	所佔比例	卓越作品	優秀作品
訓練集	100	65%	27	73
驗證集	24	15%	8	16
測試集	31	20%	7	24
總資料集	155	100%	42	113

在「模型訓練」部分，我們使用「訓練集」的圖片影像資料來訓練模型，並使用「驗證集」的圖片影像資料來評估每個迭代 (epoch) 結束時，模型訓練的好壞。經過 50 次迭代 (epoch) 後，本研究挑選「分類效能」最好的模型參數，作為本研究「AI 藝術畫作評選系統」的最終模型；並使用「測試集」的圖片影像資料（7 件卓越作品與 24 件優秀作品）來計算最終的「評估指標」。下表 12 為模型所設置的參數。

表 12：模型所使用的參數與參數值

中文參數名稱	英文參數名稱	參數值
迭代次數	Epoch	50
批量大小	Batch size	50
學習率	learning rate	0.0001
最佳化演算法	optimizer	Adam

本研究完成「AI 藝術畫作評選系統」模型訓練後，研究者選擇第 45 次迭代 (epoch) 所產生的模型作為「AI 藝術畫作評選系統」的最終模型。該模型在第 45 次迭代 (epoch) 過程中，針對「驗證資料集」的圖片影像資料進行分類，成功率高達 83%。

本研究再將「測試集」的圖片影像資料（7 件卓越作品與 24 件優秀作品）輸入「AI 藝術畫作評選系統」模型中，並計算各類評估指標：在 31 張圖片影像資料測試中，此模型成功地預測 6 張「卓越作品」與 23 張「優秀作品」，預測「準確率」為 93.55% (29/31)；「靈敏度」為 85.71% (6/7)；「特异性」為 95.83% (23/24)（參見下表 13）。「卓越作品」與「優秀作品」中，各有 1 張圖片影像預測錯誤。

表 13：「AI 藝術畫作評選系統」模型在「測試集」資料的預測結果

實際情形	卓越作品	優秀作品
預測為卓越作品	6	1
預測為優秀作品	1	23

肆、研究討論

本研究的發想源於「2022年9月發生在美國科羅拉多州博覽會中，AI圖像自動生成系統生成的畫作贏得冠軍獎項」的一則新聞：目前 AI已能創作藝術作品，那麼，AI是否也能評選藝術畫作作品呢？AI 能協助評審，先行篩選出可能獲獎的藝術畫作作品，降低評審需評選大量作品的負擔，讓評審不致因疲累與長時期評閱，而影響審查的客觀性？此外，藝術畫作作品評選的任務，除了評審需擁有的專業知識外，眼睛視覺動線便成為影響評審評鑑畫作是否獲獎的重要關鍵。不同美術經驗與背景的人員，他們和評審專家在評選藝術畫作作品時，眼睛視覺動線存在差異嗎？

基於上述研究發想，本研究蒐集2017~2021年「全國學生美術比賽」高中職組西畫類155件作品圖片資料（含卓越作品42件；優秀作品113件）作為訓練、驗證與測試「AI 藝術畫作評選系統」模型的「基準真相資料」。此外，本研究再從上述155件作品圖片中，挑選20件作品圖片，運用「眼球追蹤技術」比較不同美術背景的人員畫作評選的差異。

研究結果發現，不同美術背景人員畫作評選結果與實際情形的一致性，除美術班學生（49.4%）較低外，其他三類人員（專家、學校美術教師、畫室美術老師）約為65%（專家66.67% > 學校美術教師64.17% > 畫室美術老師61.67%）。此現象顯示：即便是經驗豐富的「專家」，他們對於畫作是否獲獎的判斷，仍無法與真實的情形完全一致。此外，從預測的評估指標來看，本研究訓練的「AI 藝術畫作評選系統」模型在三項評估指標都優於四類不同美術背景與經驗的人員：「準確率」AI 95.83% > 專家65% > 學校美術教師64.2% > 畫室美術老師60.8% > 美術班學生49.4%；「靈敏度」AI 85.71% > 畫室美術老師76.9% > 專家64.1% > 學校美術教師61.6% > 美術班學生60.3%；「特異性」AI 95.83% > 學校美術教師69% > 專家61.6% > 美術班學生40.4% > 畫室美術老師30.9%。

然而，在眼球運動參數部分，無論在「平均反應時間」、「平均首次注視時間」、「平均總凝視時間」、「平均總凝視次數」等數據，專家都和其他三類人員（學校美術教師、畫室美術老師、美術班學生）都達顯著性差異。此結果證實「專家在評選畫作作品時，在眼睛視覺動線的表現，和其他三類人員存在顯著性差異」。此結果顯示：專家的眼睛視線如何觀賞一幅畫作作品？值得我們加以深入探究與學習。

此外，本研究重新將這四類不同美術背景與經驗人員的眼球運動參數資料進行分類與後續討論：

【討論1】「評選結果與實際情形相同（判斷正確）」以及「評選結果與實際情形不相同（判斷錯誤）」兩種情形在眼球運動參數（平均反應時間、平均首次注視時間、平均總凝視時間、平均總注視次數）是否有顯著性差異？

【結論】本研究將受試者評選20幅畫作圖片過程的眼球運動參數資料，重新分成「判斷正確」（包括將實際獲獎作品判斷為卓越作品、將實際未獲獎作品判斷為優秀作品）與「判斷錯誤」（包括將實際獲獎作品判斷為優秀作品、將實際未獲獎作品判斷為卓越作品）兩種情形，以「獨立樣本 t 檢定」（Independent Sample t-test）的方式，分

析這兩種情形在「眼球運動參數」各項資料是否達顯著性差異？結果如表14：

表 14：不同判斷結果在眼球運動參數的差異性比較

判斷結果 眼動參數	統計數據	判斷正確	判斷錯誤
平均反應時間 (單位：毫秒)	樣本數	12	23
	平均數	6748.8845	7590.0400
	標準差	2256.45762	3703.58124
	t 值	t 值 = - .833	
	p 值	p 值 = .411	
平均首次 注視時間 (單位：毫秒)	樣本數	12	23
	平均數	214.4968	236.6720
	標準差	20.87612	20.16517
	t 值	t 值 = -3.018	
	p 值	p 值 = .006 *	
平均 總凝視時間 (單位：毫秒)	樣本數	12	23
	平均數	6254.2917	9886.1957
	標準差	2661.73822	3240.13632
	t 值	t 值 = -3.550	
	p 值	p 值 = .001 **	
平均 總凝視次數	樣本數	12	23
	平均數	23.3472	33.8986
	標準差	7.31487	10.06416
	t 值	t 值 = -3.544	
	p 值	p 值 = .001 **	

依據分析結果，研究者提出以下發現：

【發現 17】「判斷正確」與「判斷錯誤」兩個情形在「平均反應時間」未達顯著性差異。

【發現 18】「判斷正確」與「判斷錯誤」兩個情形在「平均首次注視時間」(t-test, $p = .006^*$)、「平均總凝視時間」(t-test, $p = .001^{**}$)與「平均總凝視次數」(t-test, $p = .001^{**}$)皆達顯著性差異。

【討論2】受試者的眼球運動參數（平均反應時間、平均首次注視時間、平均總凝視時間、平均總注視次數）是否存有相關性？

【結論】本研究以「皮爾森積差相關」(Pearson Correlation)分析的方法，檢視受試者評選畫作圖片過程中，所展現的各項眼球運動參數資料，是否存有相關性？資料分析結果如表15：

表 15：受試者各項眼球運動參數之相關性分析

眼球運動參數	相關檢定	平均反應時間	平均首次注視時間	平均總凝視時間	平均總注視次數
平均反應時間	皮爾森 (Pearson) 相關性	1	.160	.426**	.435**
	顯著性 (雙尾)		.155	< .001	< .001
	樣本數	80	80	80	80
平均首次注視時間	皮爾森 (Pearson) 相關性		1	.534**	.380**
	顯著性 (雙尾)			< .001	< .001
	樣本數		80	80	80
平均總凝視時間	皮爾森 (Pearson) 相關性			1	.974**
	顯著性 (雙尾)				< .001
	樣本數			80	80
平均總注視次數	皮爾森 (Pearson) 相關性				1
	顯著性 (雙尾)				
	樣本數				80

** . 相關性在 0.01 層級上顯著 (雙尾)。
 * . 相關性在 0.05 層級上顯著 (雙尾)。

黃婉璇 (2018) 指出，相關係數低於 0.3 者，稱為低度相關；相關係數介於 0.3~0.7 者，稱為中度相關；相關係數高於 0.7 者，稱為高度相關。依據表 19 分析結果，研究者提出以下發現：

- 【發現 19】「平均反應時間」與「平均總凝視時間」($r = .426^{**}$, $p < .001$) 「平均總凝視次數」($r = .435^{**}$, $p < .001$)達顯著中度正相關。
- 【發現 20】「平均首次注視時間」與「平均總凝視時間」($r = .534^{**}$, $p < .001$) 「平均總凝視次數」($r = .380^{**}$, $p < .001$)達顯著中度正相關
- 【發現 21】「平均總凝視時間」與「平均總凝視次數」($r = .974^{**}$, $p < .001$)達顯著高度正相關。

本研究也訓練、驗證與測試完成「AI 藝術畫作評選系統」模型。此模型在「測試集」的資料輸入後，獲得預測準確率 (Accuracy)為93.55%、靈敏度 (Sensitivity) 為85.71%、特异性 (Specificity)為 95.83%。未來，可運用此模型在「全國學生美術展覽」高中職組西畫類初選時，協助評審先行篩選「有機會獲獎」的畫作作品，減輕評審面臨大量作品又恐怕因主觀而導致遺珠之憾的壓力。並且，此模型也可以作為繪畫者的「隨身家教系統」，當繪畫者完成畫作時，該模型便能提供繪畫者「是否修改」的建議，免除每年僅有一次機會的缺憾。

伍、結論與應用

一、結論

綜合來說，本研究運用「眼動追蹤技術」，蒐集不同美術背景人員評選 20 幅「全國學生美術展覽」卓越作品與優秀作品的過程中，所展現的眼球運動參數資料，透過獨立樣本單因子變異數分析 (ANOVA)、Scheffe 事後比較檢定、獨立樣本 t 檢定 (Independent Sample t-test) 與皮爾森積差相關 (Pearson Correlation) 分析等方法進行分析，結論羅列如下：

(一) 不同美術背景人員 (學生除外) 評選畫作的結果與實際情形的吻合度達 60~70%

藉由評選 20 幅「全國學生美術展覽」作品的過程，不同美術背景人員評選畫作的結果與實際情形的吻合度如下：專家 66.67% > 學校美術教師 64.17% > 畫室美術老師 61.67% > 美術班學生 53.33%。此現象顯示：即便是經驗豐富的「專家」，他們對於畫作是否獲獎的判斷，仍無法與真實的情形完全一致。

(二) 專家與其他美術背景人員評選畫作的眼球運動參數達顯著性差異

專家在眼球運動參數 (平均反應時間、平均首次注視時間、平均總凝視時間、平均總凝視次數) 的表現都與其他三類人員 (學校美術教師、畫室美術老師、美術班學生) 有顯著性差異。此現象顯示：即便是經驗豐富的「專家」，他們對於畫作是否獲獎的判斷，仍無法與真實的情形完全一致。

(三) 不同評選結果在眼球運動參數 (平均反應時間除外) 達顯著性差異

將受試者的眼球運動參數資料重組、分成「判斷正確」與「判斷錯誤」兩種情形後，發現這兩種情形在「平均首次注視時間」、「平均總凝視時間」、「平均總凝視次數」有顯著性差異。

(四) 「平均總凝視次數」與其他眼球運動參數有顯著性正相關之關係

受試者的各項眼球運動參數中，「平均反應時間」與「平均總凝視時間」、「平均總凝視次數」有顯著中度正相關；「平均首次注視時間」與「平均總凝視時間」、「平均總凝視次數」有顯著中度正相關；「平均總凝視時間」與「平均總凝視次數」有顯著高度正相關。可見，「平均總凝視時間」與「平均總凝視次數」在本研究蒐集的眼球運動參數中具重要性地位。

(五) 本研究訓練的「AI 藝術畫作評選系統」模型具有良好的預測效能

本研究訓練、驗證與測試的「AI 藝術畫作評選系統」模型，其預測準確率為 93.55%、靈敏度為 85.71%、特异性為 95.83%，具有良好的預測效能。

二、未來展望與應用

(一) 未來展望

吳昭容(2019)提到,「眼動楷模」是指專家的眼動影片可作為學習的材料,是眼動追蹤技術在教育上的應用。此論述可作為未來研究的立論依據:本研究實驗使用的眼動儀為 1920×1080 畫素,換句話說,我們可將每一位受試者觀看每一幅畫的凝視點標記為 (x,y) 座標,其中 $0 < x < 1920$, $0 < y < 1080$ 。而每位受試者觀看每一幅畫的「眼動凝視軌跡圖」即形成一筆提供訓練、驗證與測試「AI 藝術畫作鑑賞系統」模型的資料(參見下圖 21)。因此,若以專家評選藝術畫作的「眼動凝視軌跡圖」為資料,應該能夠再訓練、驗證與測試一個「AI 藝術畫作鑑賞系統」模型,有效地預測專家鑑賞藝術畫作的行為,提供普羅大眾一套可模仿的專家鑑賞藝術畫作之「眼動凝視軌跡圖」,以提升普羅大眾藝術鑑賞的能力。然而,由於本研究的人力、時間尚未完全充足,因此,未能完全落實此理想的規劃。建議未來研究,可針對此部分繼續實施。

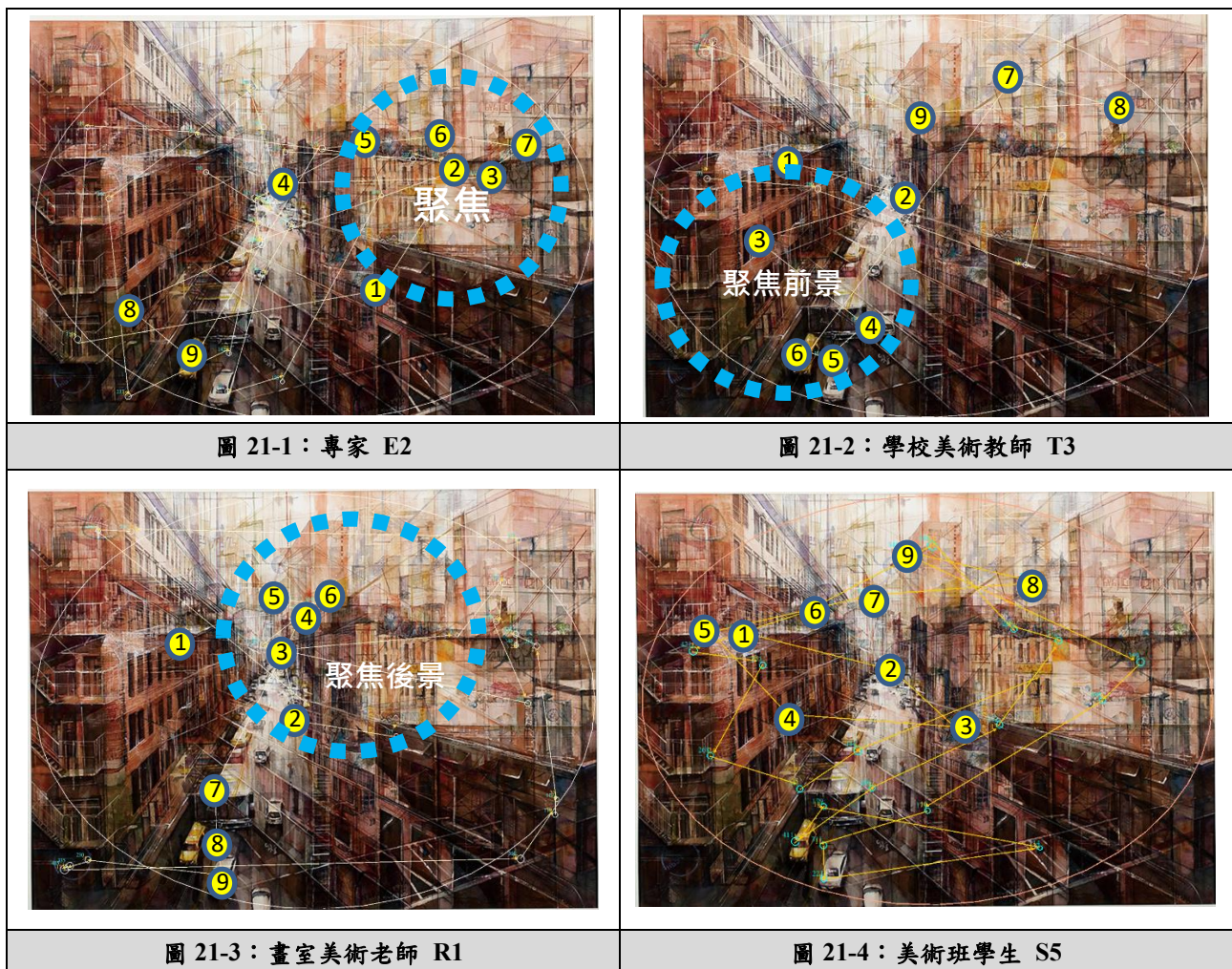


圖 21：不同美術背景人員在評選畫作 (P13) 時的眼動凝視軌跡圖

(二) 應用

本研究透過眼動儀的相關數據發現,專家在眼球運動參數的表現都與其他三類人員有顯

著性差異。此現象顯示：關注與模仿專家如何鑑賞、評選畫作，是提升一般普羅大眾藝術鑑賞能力的一條路徑。然而，過去已有許多不同領域的專家、學者，倡議我們可藉由演算法的推導與機器「深度學習」建立模型，完成人類視覺系統的知覺歷程預測與模擬，甚至涉及視覺與知覺的影像主觀評量，都可能實現 (Santella & DeCarlo, 2004)。本研究依循上述相關文獻建議，透過 AI 人工智慧之機器「深度學習」徑路，成功地訓練、驗證與測試「AI 藝術畫作評選系統」模型，並具備高準確度的「獲獎預測」。後續，研究者預期進一步將這個模型的程式寫入網路平台之中，以便利未來繪畫者隨時取用，評估自己的藝術創作作品是否能獲獎。

參考文獻

- 丁若婷 (2010)。情緒與多選項框架問題對於決策者認知歷程與框架效應之研究—應用眼動儀為分析工具。未出版之碩士論文，正修科技大學資訊管理系研究所。
- 吳昭容 (2019)。眼球追蹤技術在幾何教育的應用與限制。臺灣數學教育期刊，6 (2)，1-25。
- 吳俄俊、陳冠安、何宏發 (2017)。顯著差異感興趣區域的自動化探勘系統應用於眼動資料分析。資訊科技國際期刊，11，10-19。
- 孫志誠 (2013)。設計作品評量方式與規準在視覺傳達設計類競賽評審之應用。教育研究月刊，235，85-101。
- 林宏軒、李肇棠、江滄明 (2018)。深度學習的訓練資料準備與平台之演進發展。電腦與通訊，174，5-21。
- 陳玲萱 (2005)。批判思考在藝術鑑賞教學上的應用：一個文獻初探。藝術教育研究，9，115-141。
- 陳學志、賴惠德、邱發忠 (2010)。眼球追蹤技術在學習與教育上的應用。教育科學研究期刊，55(4)，39-68。
- 黃婉璇 (2018)。綠色招募活動對組織人才吸引力之影響：以個人組織配適知覺為中介變數與個人環保態度為干擾變數。未出版之碩士論文，東海大學，臺中市。
- 黃國駿 (2018)。眼動資料之時間加權分析法。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系，臺北市。
- 張玉秀 (2013)。不同思考風格與遊戲經驗的玩家眼動分析—以數獨為例。未出版之碩士論文，國立交通大學理學院科技與數位學習學程，新竹市。
- 張榮貴 (2022)。「機器學習」到底在學什麼？揭開 AI 人工智慧的面紗。數位時代。檢索自 <https://www.bnext.com.tw/article/69653/machan-ai-guay>。
- 楊文政、余季音 (2015)。學生美展國小高年級組繪畫類評選標準之探析：以 2002-2011 年得獎作品為例。美學與視覺藝術學刊，7，125-140。
- 管倖生、蔡政旻 (2010)。影像之眼動訊息的觀察與分析。科技學刊—人文社會類，19(2)，115-129。
- 潘日南 (2022)。深度學習於生醫影像及多體學數據之應用。未出版之博士論文，國立臺灣大學電機工程學研究所，臺北市。
- 劉光夏 (2021)。跨越主觀：網路同儕互評應用於大學藝術設計課堂之實踐研究。設計學報，26 (2)，67-90。
- 劉豐榮 (2004)。視覺藝術創作研究方法之理論基礎探析：以質化研究觀點為基礎。藝術教育研究，8，73-94。
- 蕭米珊 (2011)。運用腦波及眼動探討 2D 和 3D 動畫對學生科學概念建構與心智模式之影

響。未出版之碩士論文，交通大學教育研究所，新竹市。

- Abrams, R. A., Meyer, D. E., & Kornblum, S. (1989). Speed and accuracy of saccadic eye movements: Characteristics of impulse variability in the oculomotor system. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(3), 529-543.
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye tracking methodology: Theory and practice* (2nd ed.). New York: Springer.
- Eisner, E. W. (1972). *Educating artistic vision*. New York, NY: The Macmillan Company.
- Eraslan, S., Yesilada, Y., & Harper, S. (2016). Eye tracking scan path analysis techniques on web pages: A survey, evaluation and comparison. *Journal of Eye Movement Research*, 9(1), 1-19.
- Feldman, E. B. (1967). *Art as image and idea*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Galitz, W. O. (1997). *The essential guide to user interface design*. NY: John Wiley & Sons.
- Gruber, D. D. (2008). Measuring students learning in art education. *Art Education*, 61(5), 40-45.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770-778.
- Henderson, J. M., Weeks, P. A., & Hollingworth, A. (1999). The effects of semantic consistency on eye movements during complex scene viewing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 25(1), 210-228.
- Lawson, B. (1990). *How designers think: The design process demystified* (2th ed.). Oxford, England: Architectural Press.
- Loftus, G. R. (1981). Tachistoscopic simulations of eye fixations on pictures. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 7(5), 369-376.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.
- Rayner, K., & Pollatsek, A. (1992). Eye movements and scene perception. *Canadian Journal of Psychology*, 46(3), 342-376.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457-1506.
- Santella, A. & DeCarlo, D., (2004). *Robust Clustering of Eye Movement Recordings for Quantification of Visual Interest*, in Eye Tracking Research and Applications (ETRA) Symposium.
- Van Essen, D. C., Anderson, C. H., & Felleman, D. J. (1992). Information processing in the primate visual system: An integrated systems perspective. *Science*, 255(5043), 419-423.
- Zhang, H., Wu, C., Zhang, Z., Zhu, Y., Zhang, Z., Lin, H., Sun, Y., He, T. Mueller, J., Manmatha, R., Mu, Li., Alexander, Smola. (2020). *Resnest: Split-attention networks*.
<https://arxiv.org/pdf/2004.08955.pdf>

附件一：《歷年全國美術展覽》競賽獲獎之「畫作作品圖像」，網頁作品使用事宜

本研究以「e-mail」的方式，向國立臺灣藝術教育館提出本計畫欲使用該機構於網頁公告的《歷年全國美術展覽》競賽獲獎之「畫作作品圖像」，並徵詢該機構之同意。

註：為尊重臺灣藝術教育館業務承辦人的隱私以及匿名審查原則，研究者僅呈現 e-mail 部分內容作為佐證；若審查人還需本研究進一步說明，研究者會再出示 e-mail 全文內容)。

2022/12/28 晚上9:08

Gmail - 有關使用美術比賽網頁作品事宜

[REDACTED]@linux.arte.gov.tw> 於 2022年10月31日 週一 下午1:48寫道：

有關您詢問欲使用全國學生美術比賽作為研究使用，因需了解內容以利向長官回報，還請教授回復欲使用之內容、範圍、期限等資訊，謝謝

國立臺灣藝術教育館 王志立 敬上
02-2311-0574#236

2022年12月16日 上午11:39

[REDACTED]

經諮詢本館律師，檢視美術比賽要點後表示，因作品著作財產權仍歸屬得獎人，本館係取得得獎作品授權本館及教育部做非營利範圍之授权使用，故無權轉授權予其他單位。
本比賽得獎作品網站係公開大眾瀏覽，學術研究引用請逕依著作權法等相關規定辦理。

國立臺灣藝術教育館 [REDACTED] 敬復

From: [REDACTED]
Sent: Monday, December 12, 2022 12:22 AM
To: [REDACTED]
Subject: [Sender is initial attempt]Re: 有關使用美術比賽網頁作品事宜

您好
日前寄信跟您報告相關使用貴單位公告畫作的做法
不知長官是否已有指示?
再麻煩您撥冗告知
謝謝

附件二：受試者相關經驗與觀點調查表

【問題 1】(1)您何時開始學習「藝術作品創作」？

受試者填答：_____。

(2)何時開始「藝術作品創作」教學（美術班學生不須作答）？

受試者填答：_____。

【問題 2】請列舉您在「藝術作品創作」的得獎經驗（若相當多請簡述重要比賽經驗）。

受試者填答：1. _____。

2. _____。

3. _____。

4. _____。

5. _____。

6. _____。

7. _____。

8. _____。

【問題 3】您在「藝術作品創作」的專長類別為何（可複選）？

<input type="checkbox"/>	水墨	<input type="checkbox"/>	油畫	<input type="checkbox"/>	攝影
<input type="checkbox"/>	書法	<input type="checkbox"/>	水彩	<input type="checkbox"/>	新媒體藝術
<input type="checkbox"/>	篆刻	<input type="checkbox"/>	版畫	<input type="checkbox"/>	綜合媒材
<input type="checkbox"/>	膠彩	<input type="checkbox"/>	雕塑	<input type="checkbox"/>	其他_____

【問題 4】您平均一週用於藝術作品創作的時間有多久？

受試者填答：_____。

【問題 5】您擔任「藝術作品創作」評審或相關委員的經歷為何（美術班學生不須作答）？

受試者填答：1. _____。

2. _____。

3. _____。

4. _____。

5. _____。

【問題 6】您認為「繪畫類畫作作品」評選時，應考量的判準為何？

受試者填答：1. _____。

2. _____。

3. _____。

4. _____。

5. _____。

附件三：受試者的美術背景與經驗資料

人員類別	編號	美術背景與經驗	美術專業
專家	E1	1.指導學生參加全國學生美術比賽—漫畫類佳作 2.指導學生參加全國學生美術比賽—平面設計類甲等 3.指導學生參加縣市級學生美術比賽—西畫類第三名、佳作 4.指導學生參加縣市級學生美術比賽—平面設計類第二、三名 5.指導學生參加縣市級學生美術比賽—版畫類第二、三名 6.指導學生參加縣市級學生美術比賽—漫畫類第三名 7.指導學生參加第13屆「華藝盃」創意競賽佳作	水彩畫 油畫 視覺設計
	E2	1.全國美術展水墨類入選 2.臺中市大墩美展水墨類優選、入選 3.第十屆雲林縣文化藝術獎水墨類第二名 4.彰化縣磺溪美展水墨類入選 5.東吳大學美術社團指導老師	水墨畫
	E3	1.蘇憲法油畫創作獎學金首獎 2.中山青年藝術獎油畫類佳作 3.全國美術展覽會油畫類金牌獎 4.全國油畫展陳銀輝獎、入選	油畫
學校 美術教師	T1	1.指導學生參加全國學生美術比賽—設計類優等 2.指導學生參加臺北市學生美術比賽—設計類第一名、佳作 3.指導學生參加臺北市學生美術比賽—漫畫類佳作	設計類
	T2	1.指導學生參加全國學生美術比賽—書法類特優、甲等、佳作 2.指導學生參加全國學生美術比賽—水墨畫類特優、佳作 3.指導學生參加臺北市學生美術比賽—水墨畫類第一、二名、佳作 4.指導學生參加臺北市學生美術比賽—書法類第一、二、三名	水墨畫 書法
	T3	1.亞細亞文化藝術聯盟中日水墨聯展國際日本中國水墨畫協會大賞 2.內政部全國古蹟之美寫生比賽全國特優獎 3.『行天宮人文獎』美術創作比賽水墨類成人組全國第二名 4.當代水墨雙年展全國特優 5.臺南市臺南美術研究會南美獎水墨類首獎 6.全國公教美展水墨類第一、二名 7.全國公教美展漫畫類第一、三名、佳作	水墨畫 漫畫
	T4	1.全國美術展覽會水墨類入選 2.臺中市大墩美展水墨類優選 3.臺中市大墩美展篆刻類入選 4.新北市美術展覽會水墨類入選 5.新北市美術展覽會篆刻類優選 6.新北市創作新人獎 7.指導學生參加基隆市學生美術比賽—書法類第一、二、三名 8.指導學生參加基隆市學生美術比賽—西畫類第三名、佳作 9.指導學生參加基隆市學生美術比賽—水墨畫類第三名、佳作 10.指導學生參加基隆市學生美術比賽—漫畫類佳作	水墨畫 篆刻 書法
	T5	1.指導學生參加全國學生美術比賽—平設類佳作 2.指導學生參加基隆市學生美術比賽—西畫類第三名 3.指導學生參加嘉義市學生美術比賽—版畫類第二、三名、佳作 4.指導學生參加嘉義市學生美術比賽—漫畫類佳作	素描 版畫

	T6	<ol style="list-style-type: none"> 2021 望春風基金會創意繪畫競賽第二名 2019 教育部實習績優獎優良獎-視覺藝術類 2018 台中釜山藝術交流展年度藝術家獎 2017 全國美展水墨類入選 2010 中國時報金犢獎優等獎 2010 新一代設計展產品設計系列作品優選 	<p>水墨畫 水彩畫</p>
畫室 美術老師	R1	<ol style="list-style-type: none"> 全國美術展覽會水彩類金獎 臺中市大墩美展水彩類第一名 蘭陽自來水百年紀念全國寫生比賽第一名 桃源美展水彩類第二名 指導學生參加全國學生美術比賽—版畫類特優、甲等、佳作 指導學生參加全國學生美術比賽—平設類特優、佳作 指導學生參加全國學生美術比賽—水墨類佳作 指導學生參加全國學生美術比賽—漫畫類特優 	水彩畫
	R2	<ol style="list-style-type: none"> 奇美藝術獎首獎 新竹市美術展覽會油畫類竹塹獎(第一名) 國立臺灣師範大學美術系系展油畫類第一名 指導學生參加全國學生美術比賽—版畫類特優、甲等、佳作 指導學生參加全國學生美術比賽—平設類特優、佳作 指導學生參加全國學生美術比賽—水墨類佳作 指導學生參加全國學生美術比賽—漫畫類特優 	西畫
	R3	<ol style="list-style-type: none"> 桃園市桃源美展水彩類第二名 臺中市大墩美展水彩類第三名 新北市美展水彩類第二名 彰化縣磺溪美展油畫水彩類優選 臺陽美術展覽會油畫類銀牌獎 臺北華陽水彩寫生大獎—畫我臺北首獎 	<p>水彩畫 油畫</p>
	R4	<ol style="list-style-type: none"> 全國美術展覽會水彩類入選 新北市美展油畫類入選 臺中市大墩美展油畫類入選 彰化縣磺溪美展油畫水彩類入選 金車青年油畫獎特優、人物組首獎 國立臺灣師範大學美術系系展油畫類第三名/水彩類第三名 	<p>水彩畫 油畫</p>
	R5	<ol style="list-style-type: none"> 桃城美術展覽會西畫類入選 「構圖·台灣」視覺藝術徵件比賽入選 宜蘭獎西方媒材類入選 ART TAIPEI「MIT 新人推薦特區」入選 	<p>西畫 新媒體藝術</p>
	R6	<ol style="list-style-type: none"> 2013 海峽兩岸旅遊紀念品大展金獎 2011 第一銀行信用卡比賽第一名 2006 第 23 屆高雄獎入選 	<p>油畫 水彩畫</p>
	S1	<ol style="list-style-type: none"> 111 學年度全國學生美術比賽西畫類高中職美術班佳作 國際獅子會第 46 屆敦化盃學生寫生比賽高中組第三名 	西畫
美術班 學生	S2	<ol style="list-style-type: none"> 臺北市 108 學年度學生美術比賽—平面設計類第二名 臺北市 109 學年度學生美術比賽—書法類佳作/西畫類第三名 指南宮 2020 第二屆台灣少年華陽獎寫生比賽佳作 國際獅子會第 43 屆敦化盃學生寫生比賽國中組佳作 	<p>西畫 書法</p>
	S3	<ol style="list-style-type: none"> 桃園市 111 年度環境教育繪本創作比賽一般創作組佳作 全國學生美術比賽北區插畫組第二名 	<p>水彩畫 水墨畫</p>
	S4	<ol style="list-style-type: none"> 109 學年度全國學生美術比賽國中美術班組—水墨類佳作 師大附中 110 學年度校園寫生比賽美術班組—水彩類佳作 	<p>水彩畫 水墨畫</p>

S5	1.105 學年度臺北縣學生美展中年級組—西畫類佳作 2.2020 古亭青年文藝獎-繪畫組佳作 3.臺北市中山女高 110 學年度校慶美術比賽—書法類第三名	西畫
S6	1.109 學年度全國學生美術比賽國中美術班組—西畫類佳作 2.國泰金融集團『第 22 屆新世紀潛力畫展』高中組優等獎	西畫

附件四：實驗研究參與說明書-成人版

《繪畫鑑賞眼動儀研究》

研究參與者您好：

本計畫為○○○○大學○○○系○○○教授，所主持的《「藝」猶未盡！眼動、專家、AI誰與爭鋒？》研究計畫，此計畫是進行有關畫作鑑賞之相關研究，運用眼動技術儀器進行實驗施測。測驗過程中，使用的儀器是由 SR Research 公司所生產的「the EyeLink 1000 Desktop Mount」型號「眼動儀」。該眼動儀是利用紅外線偵測瞳孔位置及角膜反射的原理追蹤眼球運動，能在完全不干擾受試者的環境下自然、立即且安全的收集到受試者的眼動資料。您在觀賞畫作過程中，用來追蹤眼球的運動情形，您的真實姓名及個人資料不會出現在報告上。故，參與者不會遭受任何權益損害之風險。本次實驗施測時間約為25~30分鐘（包括施測前說明5~10分鐘）。相關內容如下：

1.研究參與者選取條件

①研究參與者亦指研究對象或受試者；②選取條件及預估人數；③請分年或階段說明；④如為整合型計畫，請說明與其他子計畫有無招募相同研究參與者。

①研究參與者亦指研究對象或受試者：大學美術系教師（2~3名）；高中職美術教師（4~6名）；坊間畫室美術教師（4~6名）；高中職美術班學生（4~6名）。總計約14~21名。

②選取條件及預估人數：本研究預計邀請14~21名過去具有藝術領域相關的經驗或經歷（例如：曾擔任美術教師、曾獲得美展相關獎項、曾就讀美術班、曾擔任相關美展的評審…等）的人士參與本研究之受試。

2.研究參與補償或成果回饋

①計畫主持人將於受試者完成施測後，提供 1000~2000 元的出席費用；

②中途退出者亦會獲得如上之費用。

③參與本次受測的人士，本研究提供之出席費用已含車資補助您前往國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教 620-1 眼動儀實驗室進行施測，結束後再自行離開搭乘公共交通工具返回出發地。

④參與者若於研究結束後要求退出，本研究所提供之出席費全數贈與參與者，無須歸還。

3研究參與者需參加的研究活動及資料蒐集類別

1.參與本研究的受試者其參與的研究活動為畫作圖片之鑑賞。研究過程中，受試者是以個別施測的方式輪流進行受試。首先，參與研究之個案開始鑑賞20幅畫作（每一幅畫的鑑賞時間最多為1分鐘），並且回答研究者「這一幅畫是否能在全國美術展覽競賽中獲獎（特優，優等，甲等）？」每一位參與者完成上述施測流程，即完成受試任務。

2.參加次數為1次。

3.每人參加實驗施測的時間約需25~30分鐘。

4.眼動儀偵測是在參與者繪畫鑑賞的過程中進行。

5.研究者在過程中會進行拍照（作為佐證本研究實施的資料，但是，未來若呈現於成果報告書時，會將臉部及容易被辨識出身分的部分，全數以黑影處理去識別化，以維護參與者的隱私。），另外會以紙本紀錄的方式，記錄受試者的答案資料（資料全數以代號取代參與者姓名），電腦也會將「眼動儀」傳輸的資料轉譯成為「眼動追蹤數據」。

4.研究資料的儲存與保密規劃

- 1.眼動數據資料將以代碼命名，相關文件與報告均無法辨識個人的資訊。
- 2.這些眼動資料將由計畫主持人保存（資料存放於計畫主持人研究專用之電腦主機）。
- 3.眼動資料保存年限預計3年，相關資料可使用人員僅有本研究團隊。
- 4.本次資料預計保存至2025年12月底，屆時研究者將全數刪除本次研究相關資料。

5.研究資料使用範圍

這些資料將進行分析撰寫成研究報告，參加2023年臺灣國際科展（若獲獎將繼續代表臺灣參加美國ISEF國際科展）或是全國科展等競賽，以及投稿學術期刊。本次資料僅供上述科展與研究使用。

《繪畫鑑賞眼動儀研究》實驗研究參與知情同意書-成人版

親愛研究參與者:

您好!我們很誠摯的邀請您協助我們探討繪畫作品鑑賞之相關研究。請您能在評估下列資訊後，考慮是否同意協助我們的研究。您也可以提出所想到的任何問題，讓我們能夠更妥善地思考:

- ◆ 計畫名稱：「藝」猶未盡！眼動、專家、AI 誰與爭鋒？
- ◆ 計畫主持人：○○○○大學○○○系○○○教授
- ◆ 聯絡電話: 0937○○○○○○○○○9，E-mail: ●●●@gmail.com

計畫共同主持人：○○○○大學○○○系○○○教授

- ◆ 我們的研究內容是為了探討受試者觀看畫作作品後，對畫作作品鑑賞與關注度等議題。
- ◆ 計畫執行機構：○○○○大學○○○系
- ◆ 計畫經費補助單位：無經費來源
- ◆ 實驗地點：國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教620-1眼動儀實驗室
- ◆ 這個研究將會怎麼進行呢？

「全國學生美術比賽」具有藝術教育成果展現的意義，也象徵藝術教育潮流走向的引領。本研究透過網路檢索的方式，蒐集2017~2021年「全國學生美術比賽」高中職組西畫類部分參賽作品共計155件，將這些作品轉換成為靜態影像後，形成本研究訓練、驗證與測試「AI藝術畫作評選系統」模型的資料，最後，預計獲得據預測力之模型。此外，本研究也透過「眼球追蹤技術」針對不同美術背景的人員，其鑑賞一幅畫作時的「平均凝視時間」是否有差異，藉此檢視他們鑑賞美術畫作時的評選行為差異。

本研究預計邀請過去具有藝術領域相關的經驗或經歷（例如：曾擔任美術教師、曾獲得美展相關獎項、曾就讀美術班、曾擔任相關美展的評審...等）的人士參與本研究之受試。細部內容分成以下六點進行說明：

1. 本研究預計邀請大學美術系教師（2~3名）；高中職美術教師（4~6名）；坊間畫室美術教師（4~6名）；高中職美術班學生（4~6名）。總計約14~21名。過程中，研究者將以「眼球追蹤技術」紀錄並比較他們鑑賞20幅畫作的過程中，「眼球運動參數」是否有顯著性差異。
2. 研究過程中，受試者是以個別施測的方式輪流進行受試。首先，參與研究之個案開始鑑賞20幅畫作（每一幅畫的鑑賞時間最多為1分鐘），並且回答研究者「這一幅畫是否能在全國美術展覽競賽中獲獎（特優，優等，甲等）？」每一位參與者完成上述流程，即完成受試任務。
3. 在進行實驗施測前，研究者會先行對受試者說明「眼動儀施測」的情形與注意事項；並說明「畫作」鑑賞的大致流程。說明時間約5~10分鐘。
4. 每位受試者參加本次實驗施測的過程約需（含系統校正所需的時間）25-30分鐘。
5. 研究者在過程中會進行拍照（作為佐證本研究實施的資料，但是，未來若呈現於成果報告書時，會將臉部及容易被辨識出身分的部分，全數以黑影處理去識別化，以維護參與者的隱

私)，另外會以紙本紀錄的方式，記錄受試者的答案資料（資料全數以代號取代參與者姓名），電腦也會將「眼動儀」傳輸的資料轉譯成為「眼動追蹤數據」。

6. 本研究的實驗儀器負責人員為本計畫之主持人○○○教授；實驗環境的安全規劃也由計畫主持人與共同主持人○○○教授一同維護實驗操作現場中人與儀器的安全。

註：此次實驗目的是學術研究，並非身體檢測或醫學診斷。

如果您有意願參與，成人研究者簽署完成即可參與。我們將會進行下面的安排：

【一】時間及地點

徵得您同意後，邀請您至國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教 620-1 眼動儀實驗室進行實驗施測。

【二】參與方式

我們將邀請您鑑賞 20 幅畫作作品。由於本次研究之實驗使用的儀器是由 SR Research 公司所生產的「the EyeLink 1000 Desktop Mount」型號「眼動儀」（參見下圖）。該眼動儀是利用紅外線偵測瞳孔位置及角膜反射的原理追蹤眼球運動，能在完全不干擾受試者的環境下自然、立即且安全的收集到受試者的眼動資料。故，您不會遭受任何權益損害之風險。



圖 1：本研究使用之眼動儀

【三】您所填答的所有資料將受到妥善保密！

本次實驗所獲得的資料（或數據）只有研究團隊人員可以使用，眼動數據資料將以代碼命名，相關文件與報告均無法辨識個人的資訊，這些資料將進行分析撰寫成研究報告，參加 2023 年臺灣國際科展（若獲獎將繼續代表臺灣參加美國 ISEF 國際科展）或是全國科展等競賽，以及投稿學術期刊。上述相關發表採整體數據分析及發表，不會揭露個人實驗結果，且實驗資料將保存於○○○大學○○系計畫主持人○○○教授研究專用之電腦主機，並設定開機密碼以維持資料之加密，並於 2025 年 12 月 31 日後銷毀。若遇有中途退出研究者，將徵詢研究參與者意願，刪除其所屬資料。此外，參與者若於研究結束後要求退出，其參與研究過程中的所有資料，亦會全數隨著參與者的退出而立即刪除。

【四】本計畫無申請專利及商業應用規劃。

➤ 如果您同意參與這項實驗，請確認以下事項：

我已經了解研究內容及參與者權益；

我知道如果我不想參與實驗，我可以不要參與；且如果我半途不想繼續參與實驗，可以不需要提供任何理由；

如果我有和參與這項實驗相關的問題，我知道研究團隊的聯絡資訊。

➤ 若您退出實驗，有關您參加實驗所蒐集到的資料如何處理？

請刪除，不要列入這項實驗的後續資料分析。

無須刪除，可列入這項實驗的後續資料分析。

➤ 我們很樂意在未來研究出版時，提供您摘要報告。

我有興趣，請寄至（電子信箱或地址）：_____。

不用了，謝謝。

➤ 請選擇您參加實驗所蒐集到的資料未來以下列哪種方式使用：

我不同意繼續提供研究團隊其他研究使用，本次研究結束請刪除。

我同意在無法辨識我身份的情況下繼續提供研究團隊使用。

未來每次使用都必須徵求我的同意。

➤ 本研究者在過程中會進行拍照，請選擇您對於「被拍照」的意願：

我不同意在實驗過程中「被拍照」。

我同意在實驗過程中「被拍照」，但是，務必將臉部及容易被辨識出身分的部分，全數以黑影處理去識別化，以維護參與者的隱私。

感謝您耐心閱讀上述資訊，您可以依照自己的意願，決定是否參與我們的研究。

簽署欄：

研究參與者簽名：_____

研究團隊簽名處

■本團隊已經向研究參與者仔細說明這項實驗的目的、過程、可能的益處、潛在傷害或不舒服、補償資訊、以及可隨時終止或退出的權益。

■本同意書一式兩份，將由雙方各自留存，以利日後的聯繫用途。

計畫主持人簽名：_____

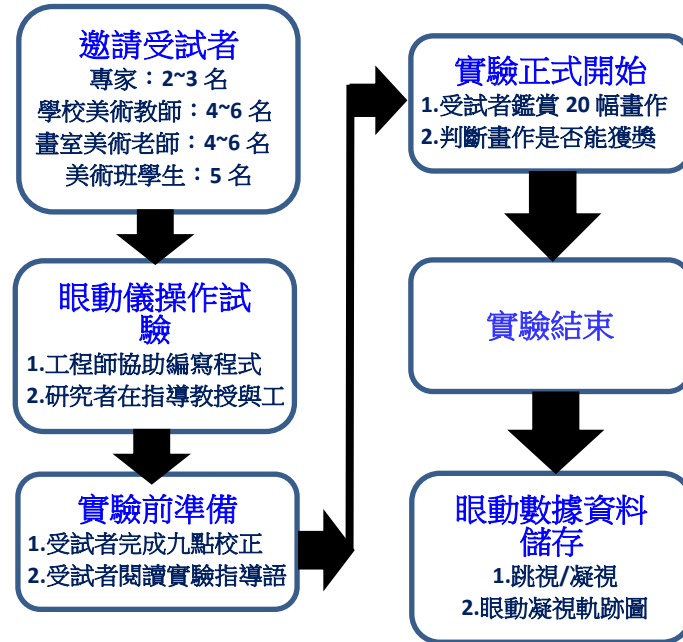
共同主持人簽名：_____

實驗執行人員簽名：_____

日期： 2023年01月04日

實驗流程說明單

本實驗需要集中注意力，請在指定實驗時間前盡可能避免從事對於生理指標會造成干擾的活動，例如，飲用含咖啡因的飲料、服藥或熬夜等。運用眼動儀實施「藝術畫作評選」的實驗程序如下圖所示：



藝術畫作評選實驗程序圖

步驟一：邀請受試者

本研究計畫對象之邀請屬便利性取樣，預計邀請 14~21 名過去具有藝術領域相關的經驗或經歷（例如：曾擔任美術教師、曾獲得美展相關獎項、曾就讀美術班、曾擔任相關美展的評審…等）的人士參與本研究之受試。計畫主持人會掌握實際參與研究的所有人員名單，並親自向每一位被邀請的人士說明本研究進行的流程，若是未成年之學生，申請人會邀請學生的監護人亦前來聆聽。眼動儀施測地點為國立臺灣師範大學圖書館校區教育研究大樓教育心理與輔導學系教 620-1 眼動儀實驗室。

步驟二：眼動儀操作試驗

實驗進行前，計畫主持人會與 SR Research 眼動儀代理商所指派之工程師討論實驗數據需求編寫程式（包括每張畫作圖片之關鍵區域範圍、眼動實驗材料…等），本次參與研究團隊之學生亦會在計畫主持人與工程師的指導下嘗試操作眼動儀。

步驟三：實驗前準備

您會在國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教 620-1 眼動儀實驗室接受眼動儀實驗。當您進入

眼動儀實驗室後，您會先進行眼動九點校正和閱讀實驗指導語（如下）等步驟的活動。

指導語

- 1.以下，將呈現20幅有關「高中職組學生西畫類美術作品」。
- 2.每一頁都有1幅畫作作品。
- 3.請仔細閱覽畫面中的每1幅畫作作品，判斷該幅畫作作品是否能在【全國學生美術比賽：高中職組西畫類】組的競賽中獲得獎項？
- 4.若您判斷該幅畫「會(得獎)」請按下「A」鍵，若您判斷「不會(得獎)」請按下「L」鍵。
- 5.當您鑑賞並判斷完成一頁的畫作作品後，請按「空白鍵」，跳至下一個頁面，繼續鑑賞與判斷下一幅畫。

步驟四：實驗正式開始

實驗過程中，您會鑑賞 20 幅畫作，並判斷畫作是否能於「全國學生美術比賽」高中職組西畫類獲得獎項（特優、優等、甲等）。

步驟五：實驗結束

實驗結束後，計畫主持人會向您解釋實驗過程中每一個細節的意義與目的。

步驟六：眼動數據資料儲存

本研究會將眼動儀中有關「凝視」、「反應時間」、「眼動凝視軌跡圖」、「熱圖」等原始資料轉檔並儲存於計畫主持人的隨身硬碟中，其餘資料全數刪除。

【評語】 130008

1. 研究主題清晰，以科學方式的眼動儀結果，分析並驗證其假說。
2. 眼動或是凝視時間或是凝視的位置，是否真正能代表對於藝術作品的 appreciation？通常在評審一件藝術作品時，還包含評判者對於作品的 emotion 以及 feeling，如何將其放入評判中是一大挑戰。美感的覺知還有主觀的感受、引發的整體情緒 arousal 程度，這部分也可能是重要的指標，但很難由眼動的單一指標來捕捉。
3. Presentation 清楚，能清楚且確切地回答問題。
4. 建議更清楚的說明不同眼動指標使用的背後假設，例如凝視時間長短，反應的是經驗值，還是作品的哪些評選因素。另外，也可以考慮增加分析藝術品評量的主觀評定面向跟這些客觀指標的關聯性，來進行區辨分析。
5. 優點：

- (1) 全文脈絡清晰書寫品質極佳，前言的論述兼顧現況發展與未來的預期，扣合本篇研究的主题，充分結合人文與當代科技，做出新世代跨領域的創新研究。
- (2) 研究動機與目的清楚而聚焦，詳細闡明本研究的進程與未來發展，也對該領域未來發展有相當大的助益。
- (3) 能夠善用 ResNet 模型進行人工智慧深度學習，並同時邀請藝術專家與同行討論藝術作品，進行相關分析與比較。