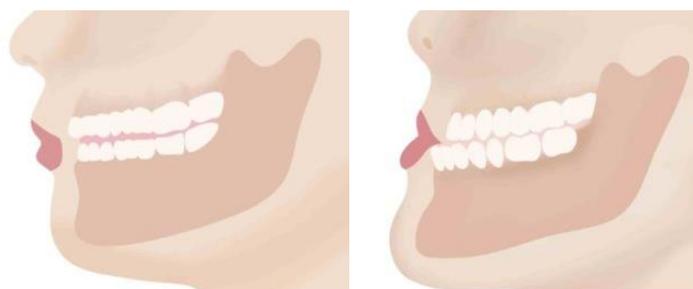


前言：

高中時期，我接受牙齒矯正治療時遇到了戽斗臉問題，如圖一所示，我的原始牙齒狀態類似於右邊述的戽斗咬合情形。不過，當時的治療方案未能充分考量到我的臉部特徵，最終導致了不盡如人意的結果，同時也伴隨著相當高的費用。近年來，生成式人工智慧技術的進展開闢了解決一系列問題的全新途徑。通過深入學習和分析大量牙齒矯正前後的數據，生成式 AI 能夠提供個性化的治療方案，預測治療效果，並在一定程度上降低醫生的主觀判斷誤差，從而提升治療的精確度和效率。本報告在探索生成式 AI 在牙齒矯正領域的創新應用及其潛在影響，期望為未來牙齒矯正技術的發展提供新的視角和方向。

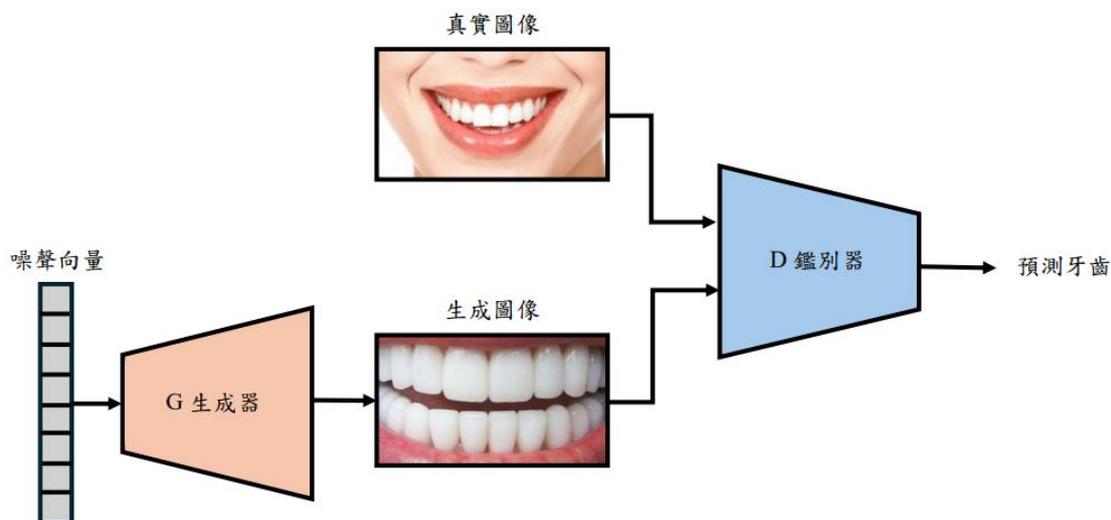


圖一：什麼是戽斗。圖中展示了兩種不同的牙齒咬合情形：左邊是正常排列，上下牙齒互相對齊；右邊是戽斗咬合，上牙齒比下牙齒前突，可能讓下巴看起來突出。這種圖用於牙科診斷和規劃矯正治療 [1]。

本文：

在生成對抗網絡（Generative Adversarial Networks; GANs）架構中，如圖二所展示，生成器網絡（Generator Network）利用隨機噪聲向量經過訓練學習，創建出模擬矯正治療後的牙齒排列圖像。這些圖像代表了治療可能的結果，反映出個別患者牙齒矯正後的預期外觀。與此同時，鑑別器網絡（Discriminator Network）在訓練過程中學會了辨識生成圖像和真實牙齒圖像之間細微的差別，

進而引導生成器網絡改進其產出的圖像品質。透過這種對抗訓練，生成器網絡被訓練來產生越來越逼真的牙齒排列圖像，最終能生成結構上與真實牙齒相仿的高質量圖像。這使得醫生能夠利用這些由 AI 生成的圖像來預測矯正治療的結果，並根據患者特定的牙齒和顎面結構來定制個性化的治療方案。



圖二：生成對抗網絡（Generative Adversarial Networks; GANs）在牙齒矯正中的應用。簡單來說，生成器網絡（Generator Network）創造出可能的矯正後牙齒圖像，而鑑別器網絡（Discriminator Network）學習分辨真假圖像。通過反覆訓練，這個系統能製作出越來越逼真的牙齒圖像，這使得醫生能夠利用由 AI 生成的圖像更準確地預測牙齒矯正的潛在結果，為患者提供更精確和個性化的矯正治療規劃 [2]。

一. 生成式 AI 在牙齒矯正的優勢：

生成式 AI 能夠分析大量的牙齒結構和臉部特徵資料，提供準確的牙齒問題診斷，有助於醫生更好地了解患者的狀況。透過大量數據的分析，生成式 AI 能夠提供個性化的矯正方案，根據每位患者的特徵和需求定制治療計劃，從而提高矯正效果和滿意度。一個例子是 [3]，利用生成式 AI 分析的數據幫助解決了一個特別複雜的矯正病例，其中 AI 模型預測了不同矯正策略對臉型影響的結果，幫助醫生選擇了最佳治療方案。

二. 生成式 AI 在牙齒矯正的應用前景：

1. 個性化牙科治療（Personalized Dentistry）計劃：

生成式 AI 在為牙齒矯正患者創建個性化治療計劃方面發揮了重要作用。通過分析成千上萬的患者記錄和治療結果，AI 算法能夠生成高度個性化牙科治療計劃，提高牙齒矯正護理的效率和效果 [4]。

2. 提高診斷準確性：

深度學習技術在診斷複雜的牙齒矯正病例中顯示出顯著的潛力 [4]。AI 算法能夠以高度精確度分析牙科影像和骨相，識別醫生可能立即看不到的問題。

3. 用於患者互動的虛擬助理：

已開發基於 AI 的虛擬助理，用於回答牙齒矯正常見的問題。這些助理能夠為患者提供有關治療程序、手術準備和護理後的即時回答和與患者之間的陪伴 [5]。

4. 預測治療結果的分析：

生成式 AI 可以預測牙齒矯正治療的結果，幫助患者和醫生設定現實的期望。這種預測能力在複雜病例中特別有用，傳統診斷方法可能會有所不足 [4]。

三. 生成式 AI 在牙齒矯正的挑戰：

1. 隱私和安全問題：

生成式 AI 在牙齒矯正領域展現了顯著的潛力，但對敏感患者數據的大量依賴引起了重大隱私和數據安全的擔憂。此技術可能存在算法偏差，這些偏差源於訓練數據的不公平性，有可能對某些患者群體造成不利影響。因此，開發者和醫療專業人員在實施這些技術時需嚴格考慮包容性、公平性和透明度 [4]。此外，此技術的使用也引起了多

個倫理問題，包括患者數據的合法使用、算法的公平性和透明度，以及可能對患者心理產生的影響。醫學界需密切關注這些問題，確保符合倫理準則，並應探討如何清晰地向患者解釋 AI 決策過程，以及如何讓患者充分理解所提供治療方案的潛在風險。在保護患者權益方面，至關重要的是要嚴格保護患者的數據隱私，尊重患者對數據使用的知情權和選擇權，並建立有效的投訴和救濟機制，防止患者權益受到侵犯 [6]。此外，建立相應的政策和技術措施來保護患者信息的安全和隱私，避免個資外洩。

2. 技術不成熟的風險：

生成式 AI 的技術還在不斷發展和完善階段，需要不斷提升算法的準確性和穩定性，確保應用的可靠性和安全性，避免因技術問題帶來的醫療風險 [6]。

3. 整合到臨床實踐中：

儘管生成式 AI 具有潛力，但將其整合到常規臨床實踐中面臨障礙。這些障礙包括由於認為 AI 系統複雜而對其產生的從業者抵抗，以及需要進行大量培訓才能有效使用這些技術 [4]。

4. 患者期望管理：

雖然生成式 AI 可以提供精準的診斷和個性化的治療方案，但患者的期望可能受到多方面因素的影響，包括美學偏好、時間和費用預算、以及對治療過程的期待，這需要醫生和患者之間的溝通和協商 [3]。

5. 道德考慮：

在包括牙齒矯正在內的醫學領域使用 AI 引起了關於決策自主權和 AI 可能犯錯的道德問題。確保 AI 支持而不是取代人類判斷是一個關鍵擔憂。

6. AI 性能的變異性：

研究表明，像虛擬助理這樣的 AI 系統在回答有關牙齒矯正的問題時，表現有時會有所不同。這種不穩定的表現可能會讓使用者感到困惑，甚至誤解訊息。這突顯了我們需要進一步改進 AI 技術，確保它在處理這類專業問題時既準確又一致的重要性 [7]。

四. 生成式 AI 在牙齒矯正的應用實例：

1. 牙科健康資訊系統：

一家台灣的牙科新創公司正在運用生成式 AI 技術，開發了一套牙科健康資訊系統 (HIS)。此系統可迅速根據醫生所提供的病患資料，如缺失的牙齒、牙橋情況等，自動產生牙位圖和治療方案，旨在優化醫患之間的溝通流程 [8]。

2. 透明牙齒矯正紀錄：

AI 與大數據結合在透明牙齒矯正上，提高了精確性和效率。從初診開始，3D 掃描和影像處理就能獲得精確的牙齒和口腔結構數據。接著，AI 模型分析數據並預測治療結果，形成個性化治療計劃。這樣的計劃有助於指導製作透明牙套及整個矯正過程，每一步都根據患者的獨特需求進行量身定制，從而提供更佳的治療效果，提高患者的滿意度 [3]。

3. 「台灣牙 e 通」與 Dentaverse 的創新：

這兩項展示了如何通過整合線上和線下牙科服務，利用 AI 技術對 X 光影像進行分析，提供更全面、更精確的牙齒病變診斷和治療建議。這不僅改善了診斷的準確性，還為患者提供了更加個性化和高效的治療方案 [9]。

結論：

報告探討生成式 AI 在牙齒矯正的創新應用，顯示了其在提供個性化治療方案及預測治療結果方面的潛力。這技術能夠基於患者的牙齒和面部特徵來提高治療的準確性和效率。儘管有巨大潛力，但與其應用相關的隱私、數據安全和技術成熟度等挑戰仍需被正視。未來，需確保技術的安全和公平，保護患者資訊。隨著技術進步，生成式 AI 將在牙齒矯正和更廣泛的醫療領域內拓展應用。跨學科合作將推動這一領域的發展，實現更個性化和精準的醫療服務。總結來說，生成式 AI 技術在牙齒矯正領域具有顯著的發展潛力，預計未來將帶來更精準高效的治療方案，提升患者體驗。

參考文獻：

- [1] 洪翊珺, “真假戽斗變變變？骨性戽斗與假性戽斗的治療方式,” 2023. [線上]. Available: <https://pureness-dental.blog/2023/06/27/jaw/>.
- [2] jonbruner, “generative-adversarial-networks,” 2018. [線上]. Available: <https://github.com/jonbruner/generative-adversarial-networks/blob/master/gan-notebook.ipynb>.
- [3] 張弘昌, “結合 AI 人工智慧、大數據 透明牙齒矯正正夯,” 2019. [線上]. Available: https://health.udn.com/health/story/5968/4079304?from=udn-referralnews_ch1005artbottom.
- [4] Falk Schwendicke, W. Samek, Joachim Krois, “Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges.,” 2020. [線上]. Available: <https://typeset.io/papers/artificial-intelligence-in-dentistry-chances-and-challenges-xqqefrbvzt>.
- [5] Anthony Perez-Pino, Sumit Yadav, Madhur Upadhyay, Lauren L. Cardarelli, Aditya Tadinada, “The accuracy of artificial intelligence-based virtual assistants in responding to routinely asked questions about orthodontics.,” 2023. [線上]. Available: <https://typeset.io/papers/the-accuracy-of-artificial-intelligence-based-virtual-g26d1m0b>.
- [6] 李昉、李依环, ““AI 导师”让口腔医学教学更智慧,” 2023. [線上]. Available: <http://edu.people.com.cn/n1/2023/0913/c1006-40076349.html>.
- [7] 苏莉雯、吴杨, “生成式人工智能在口腔医学的应用潜力与挑战,” *口腔医学研究*, pp. 13-16, 2024.

- [8] 王若樸,“臺灣牙科新創用生成式 AI 打造牙科 HIS 服務, 下一步要推 AI 自動排班,” 2023. [線上]. Available: <https://www.ithome.com.tw/news/157585>.
- [9] 湯皓茹,“AI 幫你一秒找出牙周病? 「台灣牙 e 通」發表 Dentaverse 整合線上線下牙科服務,” 2022. [線上]. Available: <https://www.inside.com.tw/article/28499-dentall-dentaverse-ai-x-ray>.
- [10] Farraj Albalawi, Khalid Alamoud, “Trends and Application of Artificial Intelligence Technology in Orthodontic Diagnosis and Treatment Planning—A Review,” 2022. [線上]. Available: <https://typeset.io/papers/trends-and-application-of-artificial-intelligence-technology-2783rzsl>.