

FAI應用

周春平醫師 / 高雄榮民總醫院 超音波暨乳房影像科

AI 應用：超音波引導和介入超音波

人工智能 (AI)，特別是機器學習 (ML) 和卷積神經網路 (CNN)，已經逐漸塑造成為現代醫學領域中的關鍵計算工具。這些先進的技術在生理測量和醫學成像的應用中，不僅提供了精確的定量資訊，也增強了資料的一致性和客觀性，因此在現代醫學領域中的需求持續上升^[1]。然而，相對於其他領域，AI 在超音波介入療法中的研究和應用進展相對緩慢。因此，本文旨在整理 AI 在超音波引導介入治療中的最新進展和應用。

AI 超音波導引介入及治療功能

超音波引導和介入超音波已成為各種醫療領域中不可或缺的工具，它們能提供即時的影像資訊，以指導精確的介入手術流程。儘管一般的應用方式涉及使用探頭生成影像來指導介入流程，但其效果在很大程度上取決於操作醫師的技能和經驗^[2]。AI 透過降低對操作者主觀判斷和可能出錯的依賴，提升了超音波引導介入的診斷精確度。AI 具有以下功能：

(1)術前計畫 (Planning)

AI 在超音波檢測中的應用能協助臨床醫生在進行介入前的評估，提高診斷的特異性和

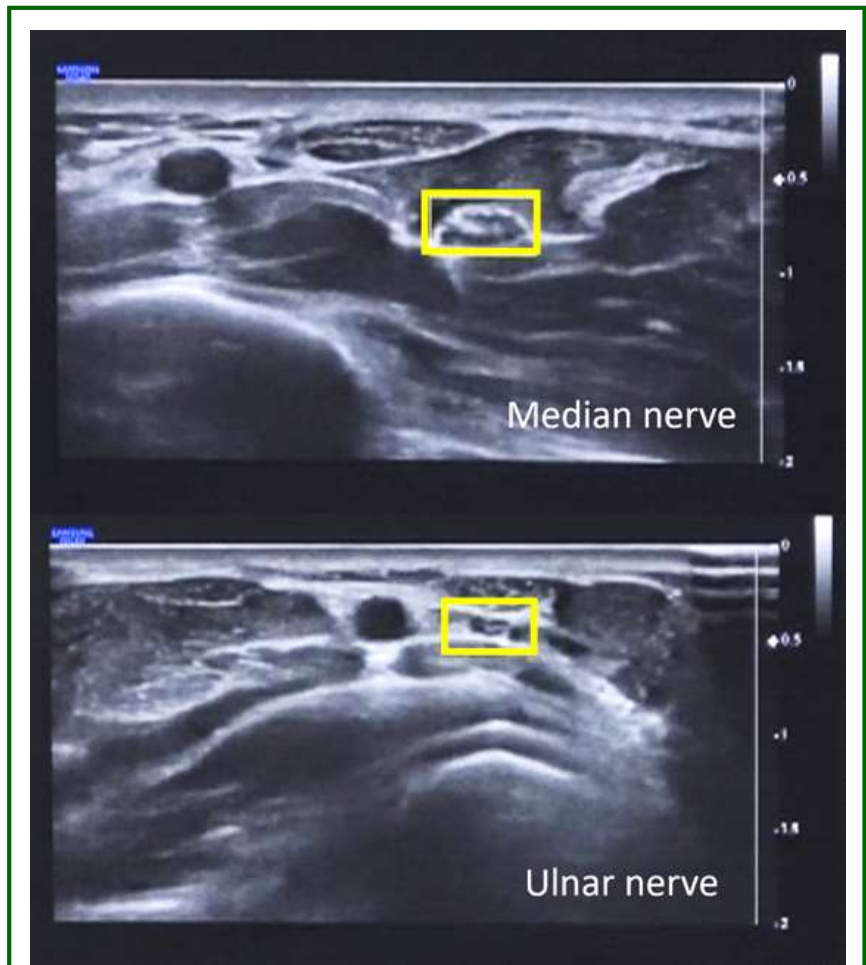


圖 1：利用超音波的 AI Nerve Tract™ 功能，醫師可以自動辨識及追蹤手部的正中神經和尺神經。隨著醫師操作探頭移動，這些手部神經的位置標示會以黃色的框線自動更新，提供實時且精確的神經追蹤。

準確性，從而減少不必要的切片^[3]。已有的研究指出，基於 AI 的乳腺超音波 CAD 系統具有降低良性乳腺腫瘤切片率 34-55% 並提高切片陽性預測值 7-20% 的可能性^[4]。利用前列腺超音波的 3D AI 模型，能夠有效地識別前列腺癌，並減

少不必要的切片^[5]。

(2)導航和定位 (Navigation and Positioning)

基於 AI 大資料的方法，可實現精確的導航和定位病變。例如，在產科超音波中，AI 能夠在超音波視頻中自動檢測和

學習不同標準平面上的關鍵解剖結構^[6]。AI 有助於精確識別腫瘤或所需到達部位，協助醫生準確定位和導航到目的地區域，提高了超音波引導介入治療的精準度。

(3) 超音波影像增強 (Image Enhancement)

清晰的病灶影像以及準確的病變邊界認定對於介入流程至關重要。AI 系統可以通過將其與乳腺組織和非病變結構區分開來，從而潛在地增強超音波掃描中乳房病變的影像識別，進一步協助介入流程^[7]。

(4) 操作自動化 (Automation)

在超音波介入治療中，AI 可以自動化執行某些操控，以提高治療效率和精確度。這包括自動調整超音波的參數，以及識別和追蹤體內的解剖結構。例如，它可以對神經自動進行精確的追蹤和定位，進一步提升診斷和治療的效果^[8]。

(5) 介入手術預測模型

(Predictive Models)

AI 預測模型可以使用患者的超音波資料來預測治療性介入手術或其他醫療流程的結果，提供個性化的預測手術測量或其他醫療流程的結果，如：推估手術成功率、併發症風險、恢復時間等，以幫助醫生和患者做出更好的決策^[9]。

區域麻醉

區域麻醉是目前 AI 介入超音波發展較成熟的部分。超音波引導區域麻醉 (ultrasound-guided regional anesthesia, UGRA) 已經日益成為外科手術準備及復健科病患疼痛控制的方法，然而其複雜的解剖學挑戰使得初學者難以掌握^[10]。AI 能夠協助識別多種解剖學結構，如身體多個區域神經等^[11]。在操作過程中，醫師需要在超音波探頭、針頭與觀察螢幕之間進行協調，這可能增加了流程的複雜性和風險。AI 可以透過自動即時標示針頭來改善這種情況(圖一)，提

高精確度並減少訓練時間。另一方面，AI 能透過超音波解剖結構的彩色同步標示，提高 UGRA 流程的效率和安全性^[11]。

結合機器人系統

機器人輔助系統 (Robot-assisted system) 類似達文西手術系統，可以結合了 AI 與機器人輔助的超音波技術。在這樣的系統中，機器人能精確控制超音波探頭，進行即時精準且穩定的介入操作，機器人也可遠距控制。同時 AI 則能夠即時的分析超音波的影像結果，協助醫師偵測異常並提供介入手術的指導^[12]。

結論

AI 可以協助醫師超音波介入檢查，縮短初學者學習曲線，並提高介入的準確性以及效率。目前這些技術及軟體還沒普及，待未來可以進一步強化 AI 在介入超音波領域的應用。

參考文獻

1. Eastwood, L.M., Computer-aided ultrasonic tissue characterization. 1980: University of Aberdeen (United Kingdom).
2. Sundaralingam, A., et al., The frequency, risk factors, and management of complications from pleural procedures. *Chest*, 2022. 161(5): p. 1407-1425.
3. Wu, J.y., et al., Computer-Aided Diagnosis of Solid Breast Lesions With Ultrasound: Factors Associated With False-negative and False-positive Results. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2019. 38(12): p. 3193-3202.
4. Obeid, J.I., I. Selesnick, and J. Picone, Signal processing in medicine and biology. 2020: Springer.
5. Sun, Y.-K., et al., Three-dimensional convolutional neural network model to identify clinically significant prostate cancer in transrectal ultrasound videos: a prospective, multi-institutional, diagnostic study. *Eclinicalmedicine*, 2023. 60.
6. Chen, H., et al., Ultrasound standard plane detection using a composite neural network framework. *IEEE transactions on cybernetics*, 2017. 47(6): p. 1576-1586.

7. Gao, Y., et al., Detection and recognition of ultrasound breast nodules based on semi-supervised deep learning: a powerful alternative strategy. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery, 2021. 11(6): p. 2265.
8. Liu, E., M.S. Bhutani, and S. Sun, Artificial intelligence: The new wave of innovation in EUS. Endosc Ultrasound, 2021. 10(2): p. 79-83.
9. Sardar, P., et al., Impact of artificial intelligence on interventional cardiology: from decision-making aid to advanced interventional procedure assistance. Cardiovascular interventions, 2019. 12(14): p. 1293-1303.
10. Viderman, D., et al., Artificial intelligence in ultrasound-guided regional anesthesia: A scoping review. Frontiers in Medicine, 2022. 9: p. 994805.
11. Bowness, J.S., et al., Assistive artificial intelligence for ultrasound image interpretation in regional anaesthesia: an external validation study. British journal of anaesthesia, 2023. 130(2): p. 217-225.
12. Lanza, C., et al., Robotics in Interventional Radiology: Review of Current and Future Applications. Technology in Cancer Research & Treatment, 2023. 22: p. 15330338231152084.



圖、周春平醫師(圖右)2023 年於四川成都參與西部乳腺高級培訓班會議及參訪華西醫院放射科。

