

2024 IEEE UFFC-JC 報告

葉秩光教授、謝宗翰博士、研究生：蔡鎮丞/黃崇漢

/國立清華大學 生醫工程與環境科學系

2024 年 IEEE 超音波、鐵電學頻率控制聯合會議 (IEEE UFFC-JS) 是全球規模最大的超音波技術相關學術會議。第 70 屆 UFFC-JS 於 2024 年 9 月 23 日至 28 日在臺灣臺北南港展覽館舉行。此會議展示了超音波領域的最新研究與技術進展，覆蓋物理聲學、換能器設計、微聲學、醫療與工業超音波等多元領域。此次會議中，許多研究團隊應用了人工智能於影像處理，或將新型生物材料結合超音波技術於神經調控領域，這些研究方向與發展令人印象深刻。此會議也提供了與不同研究領域學術專家及業界對話機會，這些討論不僅聚焦於超音波研究的實際應用，也讓參與者了解專家研究的優先議題與未來應用方向。以下將針對一些特色主題作說明：

1. 超音波聲鉗 (Acoustic Tweezers) 與光聲技術 (Photoacoustics)

在聲鉗領域部分主要研究方向因為微機電製程 (PMUT/CMUT) 超音波探頭的進一步發展，以往容易受裝置效能和大小影響的駐波式聲鉗又重新開始受到關注，不過由於很多研究使用了全新製成的探頭、更高的發射頻率，因此

研究結果多半著墨於粒子捕捉與移動效果。在超音波與光交互作用的研究方面，除了光聲影像外還多了許多利用光聲效應製成的光聲探頭，這類技術受益於光聲效應產生的寬頻超音波，可應用於非破壞性檢測等領域。攜帶式超音波裝置的部分則是在材料和製成細節方面做討論，來實現微型化、陣列化，以擴展其應用面向。例如有研究使用軟性壓電材料製作老鼠用穿戴式超音波影像裝置實現治療中的即時監控。在研討會中也看到許多團隊將人工智慧與超音波技術相結合，特別是在自動化影像分析方面，深度學習技術被廣泛用於超音波影像的去噪與增強，並實現了快速且高準確度的診斷結果。同時，一些研究團隊探索如何通過人工智慧演算法優化聲場分佈，進而提升治療精準度。這些方法不僅縮短了研究與應用的開發週期，還提高了技術的效率與適用性。隨著人工智慧技術的進一步發展，未來超音波技術將變得更加自動化與客製化。

2. 超解析超音波影像技術 (Ultrasound Super-Resolution Imaging)

在超解析超音波影像技術

方面，有研究團隊利用超解析技術來提升影像解析度，並進一步將檢測到的微氣泡質心訊號結合粒子追蹤技術，創建速度與向量影像。在超音波即時成像領域，傳統超音波雖能提供深度組織的影像資訊，但在血液訊號較弱或腫瘤影像不明顯的情況下，會影響臨床診斷的準確性。針對這些挑戰，結合特定影像處理技術可以有效增強目標影像，但也往往會增加演算法的計算負擔，降低影像幀速率，無法達到即時成像的效果。有研究團隊透過結合 GPU 加速處理技術，大幅提升成像演算法的速度，使得像奇異值分解等耗時的演算過程能夠加速至原來的 100 倍，顯著改善即時成像的能力。

3. 超音波神經調控 (Ultrasound Neuromodulation)、氣泡藥物遞送 (Bubbles Drug Delivery)

本次會議最為熱門的研究題目為奈米氣泡 (Nanobubbles) 應用，奈米氣泡有別於目前使用的微米氣泡多了許多優勢。奈米氣泡尺寸相較微米氣泡能更深入微血管之中，增加可到達的區域與區域累積總量。此外，奈米尺寸提供更多表面積載藥能增加經超音波驅動所釋

放的藥物總量，這些優勢從而展現了奈米氣泡於未來發展中的高潛力，多數的研究團隊也陸續加入奈米氣泡的應用行列。來自 Washington University in St. Louis 的 Hong Chen 教授其團隊將通過 FDA approved 的鼻腔注射藥物結合血管注射微氣泡的方法，在應用超音波與微氣泡開啟血腦屏障的功能有別於其餘學者所看到的藥物遞送應用，Hong Chen 教授團隊看到了能藉此讓腦內的疾病因子從血腦屏障內至外的血流當中，該團隊即藉此研究了相關疾病的早期診斷技術。美國哥倫比亞大學 Elisa Konofagou 教授的團隊展示了一項創新技術。使用診斷用超音波以短脈衝的形式實現血腦屏障的開啟，這與傳統需要聚焦式超音波才能打開血腦屏障的方式不同。此方法利用影像超音波進



圖：Hong Chen 教授在 Brain Theranostics session 當中，講述利用鼻腔注射藥物結合血管注射微氣泡之方法，於腦疾病的臨床治療應用前景。(蔡鎮丞拍攝)

行血腦屏障開啟，並結合探頭進行穴蝕效應劑量的即時偵測，實現監測與治療的雙重功能。該團隊成功將 AAV 基因通

過此技術遞送到小鼠及非人類靈長類物種，展示了此技術在基因治療中的潛力。