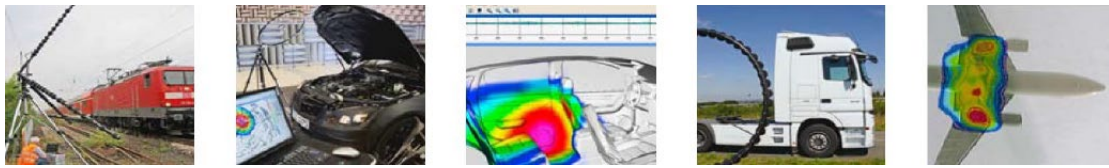


麥克風陣列 (Microphone Array)

麥克風陣列 (Microphone Array) 是一種能夠精確定位聲音來源的技術設備，通過多個麥克風的協同工作來接收聲音信號，並根據不同麥克風接收到聲音的時間差進行計算，從而確定聲源的位置。這種技術在噪音監測中具有顯著的應用潛力。然而，將麥克風陣列直接用於噪音違規的執法與開罰，仍然存在多方面的技術、法規及執行上的困難。這些挑戰包括噪音標準的複雜性、環境對聲音傳播的影響、多重聲源的干擾、法律依據的限制等。以下說明麥克風陣列與人工智慧 (AI) 技術的關聯性，及其在噪音辨識中的應用與限制。



一、麥克風陣列無法直接用於開罰的原因

1.1 噪音標準的多元性與複雜性

噪音的法律規範通常並不僅僅根據單純的聲音大小來做出評判。噪音管制標準通常考量了多種因素，包括但不限於噪音的頻率、持續時間、聲源的距離、聲音對周邊環境的影響等。因此，僅憑麥克風陣列所測得的聲音數據，無法全面反映噪音對周圍環境或居民造成的實際影響。例如，某些法律規定了不同時間段的噪音限值或針對不同環境區域的不同噪音標準，而麥克風陣列難以自動化地應對這些法律標準的多樣性。

1.2 環境因素對聲音傳播的影響

麥克風陣列的測量結果容易受到外界環境條件的影響，例如風速、濕度、氣溫和地形等都會對聲音的傳播速度和方向產生影響。這意味著，在戶外環境下，聲音的實際傳播路徑可能會偏離理論值，從而導致測量結果產生誤差。由於這些環境條件的變化無法精確控制，麥克風陣列的監測數據在現實環境中可能無法保持穩定，這使得其作為執法依據的可靠性受到挑戰。

1.3 多重聲源的存在與難以區分

在都市或高密度建設區域內，通常會同時存在多個聲音(複合式音源)來源，例如交通噪音、工地施工噪音、自然環境聲音等。雖然麥克風陣列可以通過聲源定位技術確定特定聲音的發出位置，但它無法自動區分這些聲音的合法性或判斷是否違反噪音法規。例如，某些交通噪音在法律允許的時段內並不被視為違規噪音，而工地噪音則可能需要根據具體的施工時間來進行評估。

1.4 法律依據與標準的要求

依據現行規定，噪音量測執法需使用通過檢定符合我國國家標準（CNS 7129）1級之噪音計或國際電工協會標準（IEC 61672-1）Class 1 噪音計，故現階段『麥克風陣列』採用 Class 2 不能直接用於開罰。目前「機動車輛噪音管制標準(使用中機動車輛行駛噪音管制標準)」亦無麥克風陣列相關標準。

二、人工智慧技術與麥克風陣列的關聯性

麥克風陣列本身並不能自動化處理所有噪音監測需求，這時人工智慧技術可以發揮重要的補充作用。透過結合人工智慧技術，尤其是深度學習（deep learning）與機器學習，麥克風陣列可以進行更精確的聲音分類、分析和辨識，從而提升其應用範圍與功能。

2.1 與 AI 關聯性(AI 模型的應用)

人工智慧技術在噪音辨識中的應用，主要依賴於深度學習模型來分析聲音數據。常見的人工智慧模型如卷積神經網絡（CNN）和長短期記憶網絡（LSTM），能夠從大量的聲音數據中學習不同聲音的特徵，進而實現自動化的聲音分類與辨識。在擁有大量資料樣本的情況下，可以提供進行聲音分類的學習訓練，提升麥克風陣列的聲音分類準確率，例如**排除救護車、消防車、警車、垃圾車的事件，排除剎車聲、鳥叫等其他非交通噪音，達到對改裝高噪音車違法噪音事件進行辨識和採證**，表現出較高的準確性。通過結合麥克風陣列，這些模型可以進一步精確識別噪音來源的性質，並進行分析。

2.2 人工智慧辨識率與準確性

人工智慧技術的辨識率主要取決於模型的訓練數據和算法的優化程度。在理想環境下，經過充分訓練的聲音辨識模型可以達到**90%以上的準確度**。然而，由於實際應用環境的複雜性，例如背景噪音干擾、環境聲音變化等，人工智慧的實際辨識效果可能會略低於實驗數據。因此，在實際的噪音監測系統中，人工智慧技術的辨識結果往往需要與人為判斷結合使用，以提高最終的決策準確性。

2.3 人工智慧如何協助噪音違規辨識

人工智慧技術不僅可以對聲音類型進行分類，還可以根據當地的噪音法規對聲音進行合法性分析。例如，AI 系統可以根據不同區域的時間段和噪音限值，自動判斷特定聲音是否超出法規範圍，並及時發出預警。這樣的系統在提高噪音監控效率方面具有明顯的優勢，能夠減少人工干預的需求，提供即時的違規檢測結果。

三、噪音辨識成果的應用(使用)

人工智慧與麥克風陣列技術的結合，能夠提供高效的噪音監測與分析系統，這些系統的成果可以廣泛應用於城市噪音管理中。

3.1 等音線圖的繪製與噪音源分析

通過麥克風陣列與人工智慧系統的協同運作，可以生成等音線圖（Isophone Contour Map），這是一種根據聲音強度分布繪製出的噪音地圖（Noise Map）。等音線圖能夠直觀地顯示出不同區域的噪音強度及其分佈情況，並精確標定噪音源的具體位置。這對於城市噪音管理者來說，是一個有效的工具，有助於識別噪音污染的重點區域，並針對性地採取措施來降低噪音。

3.2 自動化噪音報告生成

人工智慧系統可以根據麥克風陣列數據自動生成噪音報告，並對噪音事件進行分類與排序，這有助於城市管理者及時了解噪音狀況並作出反應。例如，系統可以根據不同區域的噪音級別，自動產出報告並提供具體的噪音數據，這些報告可作為未來噪音管理政策的參考依據。

3.3 長期噪音監測與趨勢分析

透過長期數據的收集與分析，人工智慧系統可以監測噪音的變化趨勢，並提供預測模型，這對於噪音管理具有前瞻性的價值。例如，透過分析一段時間內的數據，AI 系統可以預測某些區域的噪音情況是否會惡化，從而為管理者提供預警，使其能夠提前規劃噪音緩解措施。

3.4 提升市民回饋機制

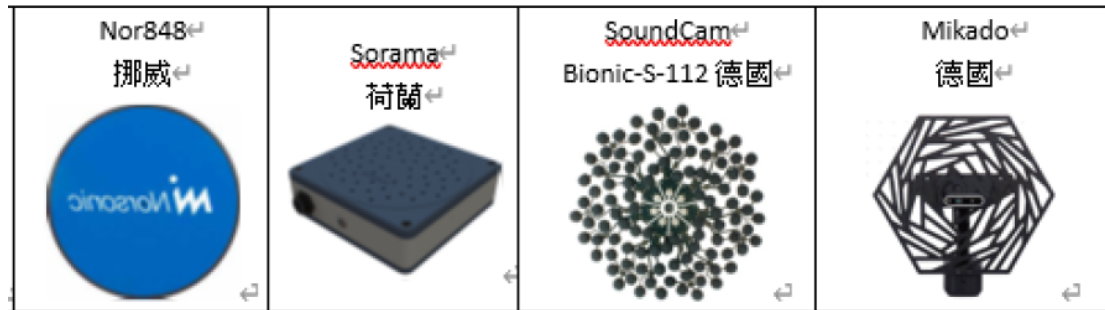
人工智慧技術與麥克風陣列的應用還可以增強市民投訴的處理效率。當市民提交噪音投訴後，AI 系統可以迅速對投訴區域的聲音數據進行分析，並提供具體的噪音數據和法律依據。這不僅提高了投訴處理的效率，還能夠讓市民得到更及時的回應。

四、人工智慧技術的限制

儘管人工智慧技術在噪音監測中具有顯著的應用價值，但其目前的應用仍存在一些局限性。

4.1 AI 模型訓練需求

人工智慧模型的準確性取決於訓練數據的質量和多樣性。如果訓練數據不足或不夠多樣化，AI 模型的辨識效果將大打折扣。此外，噪音的特徵通常會隨著地區、氣候、時間等因素發生變化，這也增加了 AI 模型訓練的複雜性。



4.2 需要人為干預

現階段，人工智慧技術尚未達到完全自動化的程度。在噪音違規辨識的過程中，人工智慧系統的判斷結果仍需要結合人工驗證來提高準確性。尤其是在法律執行中，AI 系統的判斷結果不能作為唯一的證據來源，必須有人工參與才能保證結果的合法性與準確性。

4.3 環境適應性限制

AI 模型的適應性在很大程度上依賴於訓練環境。如果實際應用的環境與訓練時的環境有較大差異，AI 的準確性和辨識率可能會大幅下降。因此，在不同區域或環境中應用人工智慧技術，需要進行額外的環境數據調整與訓練，以確保其適應性。

結論

麥克風陣列作為一種高精度的聲音定位技術，雖然在噪音監測領域具有潛力，但由於其技術和法律上的限制，尚無法直接作為噪音違規處罰的依據。結合人工智慧 AI 技術，麥克風陣列可以用車載式、固定式、移動式等方式執行，進一步提升其應用範圍，實現自動化的噪音分類與分析。然而，儘管人工智慧在噪音管理中發揮著重要作用，其應用仍需要結合人工判斷來保證準確性和合法性。在未來，隨著技術的進一步發展，麥克風陣列與人工智慧的結合將有助於建立更完善的城市噪音管理系統。

