

以多媒體電腦之音效卡取代聲納數位化系統之研究

張逸中¹ 田文敏²

摘要

在各類聲納系統的運作過程中，將類比音訊加以數位化以供電腦處理是必要的一環，也是決定資料品質的重要關鍵。到目前為止，此項工作多由獨立的數位化設備或特殊規格的 AD 卡來完成。近年來由於多媒體電腦的出現，能將音訊數位化的音效卡已成為電腦的基本配備之一，不僅價格低廉其數位化效能也比大多數現有的聲納系統更高。本研究分別以 EOSCAN 側掃聲納處理系統及自行研發的音效卡錄音程式收錄 Klein 側掃聲納的音訊，以比較兩者的資料收錄效能。結果發現不論在資料的取樣率或單一資料點的品質方面，音效卡都能超越現有系統數倍之多！這個結果顯示音效卡確有取代聲納數位化系統的能力。這種改變可帶來的最明顯效益是大多數的聲納系統可以在不需增加任何硬體成本的情況下，使資料品質提高數倍之多！

An Experiment of Sonar Data Acquisition by the Sound Blaster Card in Multimedia Computer

Yet-Chung Chang and Wen-Miin Tian

ABSTRACT

Converting the analogue sonar signal to digital data is a basic and important procedure for all sonar systems. So far, this job is accomplished by some independent digitizer equipments or the AD card added in the computer. However, the Sound Blaster card in general multimedia computer can also provide the same service as the specialized AD equipments. This research use a sound recording program developed by ourselves which use the Sound Blaster card as an AD converter to record the sonar signal of Sidescan Sonar, and comparing the AD performance with the EOSCAN sidescan processing system. We found the Sound Blaster can do better than the EOSCAN system for several times in sampling rate and dynamic range. It is clear that the Sound Blaster can be used as a AD converter for sonar system. The most prominent benefit for sonar users is the data quality of most systems can be improved several times better immediately without any cost in hardware.

一、介紹

聲納的數位化設備是系統中不可或缺也是影響資料品質的關鍵設備，目前此類設備或為獨立的

數位化系統(如台大及海大使用的 SE880)；或為內建於電腦內的特殊規格 AD 卡(如工研院及中山大學使用的 EOSCAN)。此類設備通常有兩個特色：第一是與電腦 CPU 類似，其效能與價格隨時間波動極大；第二是它們通常與一個專為該系統設計的

¹ 成功大學水工試驗所助理研究員

² 中山大學海洋環境與工程學系副教授

資料處理軟體緊密結合，其收錄資料很難由其他程式或軟體加以處理。

在這種架構之下，雖然 AD 卡效能已然大幅提昇且價格大跌，使用者仍然無法享用到低價高品質的數位資料。原因是如果聲納廠商提供的處理軟體不能相應升級，新數位卡或高效能電腦也無用武之地；如由廠商提供升級服務，由於具有寡佔市場的優勢，通常索取的費用都十分昂貴。

但對於同樣具有 AD 功能的音效卡(Sound Blaster)來說，這種問題並不存在。原因是在市場需求下大量生產使其價格降到數百元之譜，而效能與其相近的專業用 AD 卡價格則超過一萬元以上！況且目前音效卡已是一般多媒體電腦的基本配備，根本無須另外購置安裝！

在軟體方面，對於多數高科技聲納的使用者來說，如何以程式操控低階硬體設備作數位化資料等動作相當不易。尤其在 Windows 系統下，單一程式無法直接操控週邊設備，程式寫作更形困難(也因此截至目前，許多即時監控程式仍選用 DOS 為作業系統)。但因為音效卡廣為許多商業娛樂軟體所用，眾多程式師發展出來的 Windows 程式工具在效能和使用簡便性方面都比專業 AD 卡好上許多！

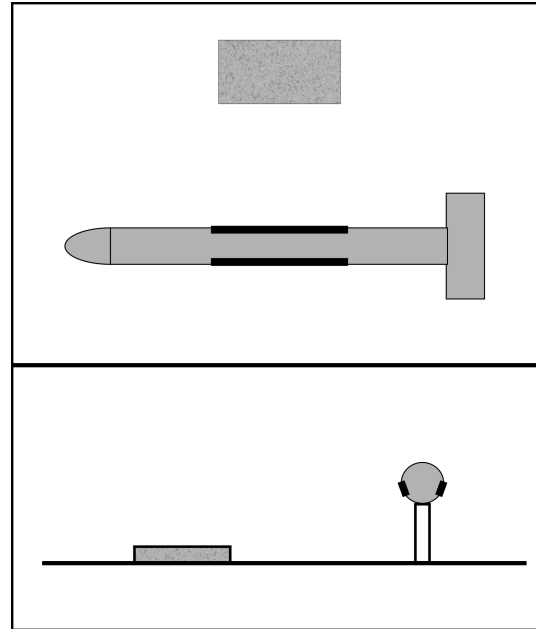
此外，目前多數聲納系統的發射頻率已在 100-500kHz 之間，而接收訊號的數位化系統則僅在 8-20kHz 的頻率下運作，屬於嚴重不足取樣的情況。其原因顯然是受到早期電腦處理及儲存速率的限制，也因為要求高取樣率，單一資料點的動態範圍(Dynamic Range)僅限於 8bit/sample。相對的，目前一般音效卡普遍能夠達到的所謂 CD 音質，則為 44.1kHz & 16bit/sample，超過現有聲納系統許多！

綜合以上所述，以音效卡為數位化工具應該是現階段一個很好的選擇。有鑑於此，本研究便以測試使用音效卡作為聲納數位化系統的可行性為目標，並以現有數位化系統資料作為比對，比較其運作效能的差異。

二、實驗方法與結果

本實驗以目前中山大學海洋環境及工程學系使用的 Klein 側掃聲納為聲源，在實驗室中近距離擺設書本作為目標物，以 100kHz 的頻率發射訊號，再分別以配合該聲納使用的 EOSCAN 側掃聲納處

理系統，以及以音效卡為數化工具的錄音程式(以 Visual Basic 6.0 程式語言及 Windows API 函數寫成)收錄回訊，實驗擺設如圖一所示。



圖一、實驗擺設示意圖。上為鳥瞰圖，下為側視圖，方形物為目標；圓形及魚雷狀物體為聲納體。

由於本實驗在大氣中進行，與聲納原設計於水中使用的情況不同，因此其環境差異必須加以事先評估。首先實驗中側掃聲納的掃描寬度設定為 50m，對應於每 0.0783 秒發射一次訊號，約為水中往返 60m 的時間。根據聲學參考資料(Kinsler et al., 1980)運算所得，對於 100kHz 的聲波，在海水中往返 60m 距離的衰減量大約等於空氣中 60cm 往返的衰減量，如果原聲納設計可以正確收錄海水中 60m 以外的回音，則在空氣中其有效範圍應該在 60cm 左右，因此本實驗的目標物首先擺在 60cm 的距離。

另一方面，空氣中的音速約為 330-340m/sec，因此對每 0.0783 秒取樣 1024 點的 EOSCAN 系統而言，60cm 目標物回訊應出現在資料列中的概略位置運算如下：

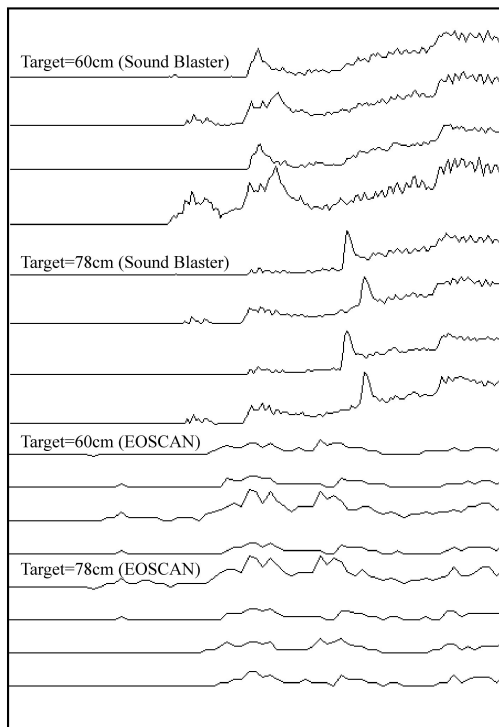
$$((0.6\text{m} \times 2) / 335\text{m/s}) / (0.0783\text{sec} / 1024) \approx 47$$

對於音效卡來說，經實際測試其最高取樣率為每秒 41907 次(略低於其說明書宣稱的每秒 44100 次)，所得資料位置約為：

$$((0.6m^2)/335)/(1/41907) \approx 150$$

由以上運算我們可以概略估計目標回訊在資料列中應有的出現位置，以確定資料列出現的訊號是否確實來自目標物。當然如果目標物距離移動時，訊號出現在資料列中的位置也應該隨著作合理的移動，因此我們在測試 60cm 回訊後，將目標物移至 78cm 處再度以兩個收錄系統測試回訊。

測試結果如圖二所示，其中最上方四個剖面為目標在 60cm 位置的音效卡收錄訊號，其下的四個剖面為 78cm 時的音訊；再下方則為 EOSCAN 系統在兩個目標距離收錄的結果。水平方向為時間軸，垂直方向為音訊強度。由於兩系統取樣率不同(約差 3.2 倍)，時間軸經過伸展對齊。



圖二、測試訊號剖面

在強度方面因為 EOSCAN 為 7bit (128 階)取樣，而音效卡為 16bit (65536 階)取樣兩者差異甚大，亦經過適當調整。圖中顯示的音效卡錄音強度事實上分布於數值(5132-12156)之間，大約為 65536 階的 1/10，因此 EOSCAN 訊號也相對提昇 10 倍作為比較。結果發現雖然 EOSCAN 在目標點附近確實也有零星的強度變化，訊號解析卻遠不如音效卡解析得清楚。

進一步的數值資料分析顯示，對於 60cm 目標，音效卡取樣的資料點預期位置為 150，而實際資料點位置平均值為 149.5；78cm 預期位置為 195，實測位置平均值為 189，誤差相當有限(3%以下)。由此分析結果，訊號與目標物的相關性應可確認。

三、討論

此項研究在具體目標上確認了以音效卡作為聲納數位化工具的可行性。據筆者研究國內許多聲納及地物探勘系統的結果顯示，其數位化需求，除了多頻道測深系統(需要數十個頻道的資料流處理，遠超過音效卡的處理能力)之外，包括側掃聲納、單束測深聲納、底床剖面儀、漁探機及其他更低頻測量的潮波儀、海流儀或重磁力儀等儀器都可以由音效卡完成數位化的工作，並大幅提昇資料品質。

這意味著多數測量系統中的數位化設備都可以省略而由音效卡取代。這不僅簡化了系統的複雜度、提昇資料品質，也使得專業廠商藉著數位化系統與處理軟體的絕對相關而取得的優勢破滅。使用者將可以極低的代價即時取得數位資料，再自行寫作程式或選擇適當軟體處理資料。

截至目前為止，國內由於與聲納相關的基礎研究十分匱乏，購置使用的各式聲納系統幾乎無可選擇的受制於國外廠商。雖然多數研究機構具有自行處理資料的能力，但只因為無法自行掌握數位化程序而需被迫購買昂貴的資料處理系統，其價格多在百萬元以上，而實際的硬體配備價值多不及總價的十分之一！

這種現狀產生的副作用除了浪費研究資源之外，也造成了一些不合理的情況：其一是研究資源必須集中於少數研究機構，以購置昂貴的儀器設備及處理系統。造成資源分配不均，各研究單位無法齊頭並進，產生研究人力的浪費。甚且因此形成惡性競爭，各單位競相以爭取經費的多寡為榮，因為沒有經費購置儀器及處理系統者將確定失去研究的空間。

其二是一旦接受廠商的數位化與資料處理二合一系統，資料品質與處理的自主性便全然喪失，對於進一步的研究形成極大的障礙。目前國內幾乎所有的聲納使用者都無法直接解析所使用系統的數位化資料就是一個鐵証。

筆者認為以現在電腦相關設備處理效能大幅躍進而聲納訊號又長期處於不足取樣之際，如能體察情勢，以價廉質優的數化設備自行掌握聲納數位化資料的能力，必能開啟一道聲納研發的大門，使國內聲納科技一躍而入世界頂級的水準。以音效卡進行聲納錄音正是簡單而有效的第一步。

p.154-159

參考文獻

- 1.王國榮著(2000), “Visual Basic 6.0 Windows API 講座”, 旗標出版社
- 2.彭明柳編著(1999), “Visual Basic 6 中文專業版徹底研究”, 博碩文化公司出版
- 3.Kinsler, L.E., 1980, “Fundamentals of Acoustics”,