



行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

水下數據機適應式方位估測器之研製(1)

計畫編號: NSC 88-2611-E-019-012

執行期限: 87年8月1日至88年7月31日

計畫主持人: 張順雄 教授 國立台灣海洋大學電機工程系所

共同主持人: 張麗娜 副教授 國立台灣海洋大學商船學系

一、中文摘要

本計畫主要是設計和研製一多通道數位訊號處理系統，8通道A/D轉換器的設計，以符合感測器陣列訊號處理的要求，結合數位訊號處理器--TMS320C32的設計，使陣列訊號可以即時處理。本計畫所研製八通道資料處理系統除以PC為基礎發展外，並可以獨立模組方式兼具可攜性能力。在實際測試中，則是應用於訊號源方位估測，以一般化膨脹演算法估測雜訊子空間，不僅大量降低其程式計算量，且具有高收斂性和準確度，每秒20次的高速運算性能，可以有效偵測世界上最快核子潛艇的方位。由實測中証實本系統為一性能優異的訊號即時處理系統，可廣泛應用在聲傳訊號處理，如方位估測、束波器，或是資料擷取系統。

Abstract

In this project, we have designed and implemented a digital signal process system with multichannel. Design of the A/D converter with eight channels matches with signal process of the sensor array, and integrates digital signal processor -- TMS320C32 for real time signal processing. Besides being based on PC, the system is a portable stand-alone module.

Practically, we have applied DOA (Direction Of Arrival) to estimate noise subspace by using the generalized inflation method that decreases computation load of the program and increases exactness and convergence. High speed performance of the system with twenty times operations per second is effective to track position of the highest speed nuclear submarine in the world.

The performance of the system has proved very excellent so that it can widely applied in DOA, Beamformer, data acquisition and other acoustics fields.

二、緣由與目的

設計水中通訊系統之接收器時，都是採用現成微處理器的模組，如德州儀器的EVM board、Starter kit等數位訊號處理器的現成模組。在通訊過程中，都是以調變後的類比訊號傳送，在接收系統中，需將類比訊號轉換成數位訊號，以供微處理器做訊號處理或演算，所以需要A/D轉換器做前置的訊號轉換，如NI公司的Labview board或PC+ board或其它A/D介面卡等。而以此微處理器的模組和A/D轉換器所製作的系統將會有下列之缺點：

- 1、價格昂貴。

- 2、攜帶不便。
- 3、非獨立模組，無法做即時(Real time)訊號處理。
- 4、非一整合系統，操作過程費時費力。
- 5、規格和功能不儘相符。

惟有開發一套體積小、重量輕、獨立運作、多通道、高取樣率、即時資料擷取、處理系統，才能運用在各種不同的環境下，成為一套真正的可攜性即時多通道訊號處理系統。

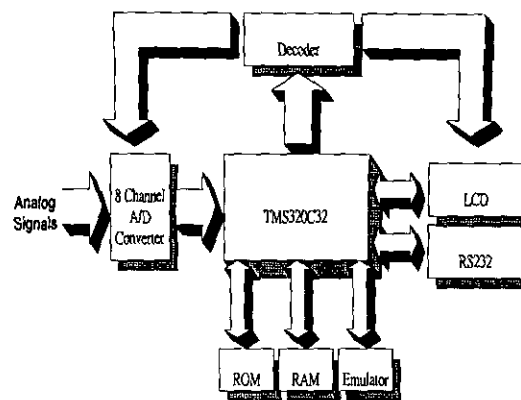
三、計畫成果自評

(一) 硬體線路之設計

可攜型多通道即時訊號處理系統其實便是數位訊號處理器和 A/D 轉換器二大系統的整合設計，才能成為一真正的即時訊號處理系統。本文主要是設計、發展一可攜型多通道即時處理系統，將均勻線性感測器所接收的訊號，傳送至本系統之 A/D 轉換器轉成數位訊號，送至數位訊號處理器進行即時處理和運算，可運用訊號元方位估測、追蹤、束波器等通訊領域。本系統在硬體設計上，具有下列的功能和特性：

- 1、系統為一即時、獨立運作的系統，輕便，體積小，利於攜帶。
- 2、大容量的 RAM，便於演算法的運算和大量資料的儲存。
- 3、大容量的 ROM，便於程式的儲存。
- 4、多通道、高解析度、高取樣率的 A/D 轉換器的設計。
- 5、系統可以和個人電腦做一連線。
- 6、界面裝置顯示的設計，便於使用者掌握資料處理結果。

本系統的硬體線路是由 TMS320C32 數位訊號處理器、記憶體、A/D 轉換器、週邊裝置等電路所組成，硬體線路設計架構如圖(1)所示。

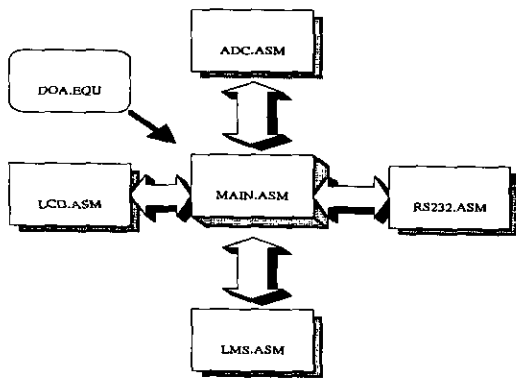


圖(1) 硬體線路設計架構

(二) 軟體程式之設計

驅動程式控制整個系統的運作和操作的效率，所以程式的撰寫需配合系統硬體的設計，才能使系統的運作效率和功能達到最佳化。下列便是此系統驅動程式的特點：

- 1、程式使用 C3X 組合語言(assembly)撰寫，程式執行運算效率高且在軟體的除錯也較容易和方便。
 - 2、程式運用副程式(subprogram)和模組(macro)的觀念撰寫，使每一程式單純化、功能單一化，程式所佔記憶體空間和執行效率可以達到最佳化的要求。
 - 3、不同功能的驅動程式編寫在不同的檔案中，以方便程式的修改和除錯且容易維護。
 - 4、記憶體空間編寫在 command 檔，以便於記憶體位址的定址和管理。
 - 5、參數編寫在同一檔案中，以便參數的定義、修改、除錯。
 - 6、虛指令(directive)的運用，只要修改參數便可設定不同 A/D 轉換器的取樣率、取樣通道數和串列端的傳輸速率。
 - 7、驅動 Bootload 程式，將 ROM 移至 RAM，加快程式執行速度。
- 系統程式架構如圖(2)所示。



圖(2) 系統程式架構圖

四、實驗結果與分析

(一) 訊號源方位估測之應用

在實際測試中，是將本系統應用於訊號源方位估測，以一般化膨脹演算法估測雜訊子空間，並配合 MUSIC 之方法而求得其方位角，此方法不僅大量降低其程式計算量，且具有高收斂性和準確度，非常適合於硬體之實現。

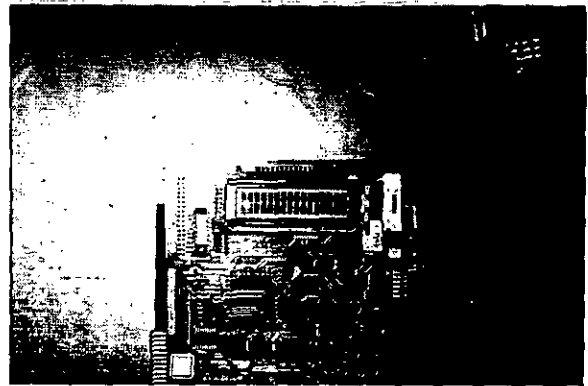
圖(3)為可攜型多通道即時訊號處理系統，本系統經由 A/D 轉換器取得所須之陣列訊號而由 DSP 晶片完成所須之運算，所得之結果則由 LCD 顯示器顯示訊號源所在的方位，如圖(4)所示。

圖(3) 可攜型多通道即時訊號處理系統



(二) 實驗結果

實驗條件和參數之設定：



圖(4) LCD 顯示的訊號源方位

發射訊號：10 kHz 之正弦波。

取樣頻率：40 kHz。

感測器數目：4 組水下麥克風。

感測器間之距離：半波長。

演算法：一般化膨脹法。

收斂因子： $\mu = 0.0025$ 。

膨脹因子： $\alpha = 0.25$ 。

資料取樣數：1000 筆資料。

訊號源方位：實驗一為 15 度。

實驗二為 32 度。

實驗三為 35 度。

實驗結果：

本系統所估測之訊號源方位：

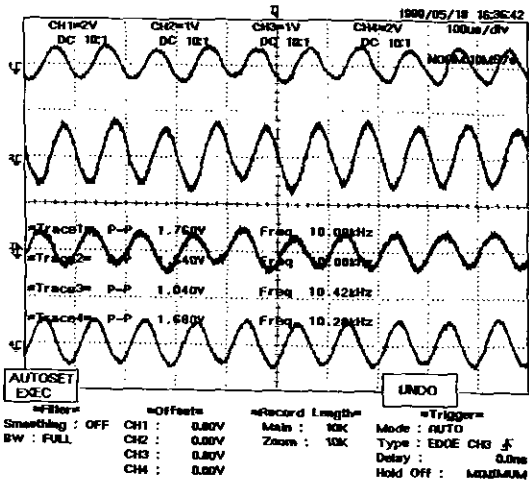
實驗一為 14.1 度。

實驗二為 31 度。

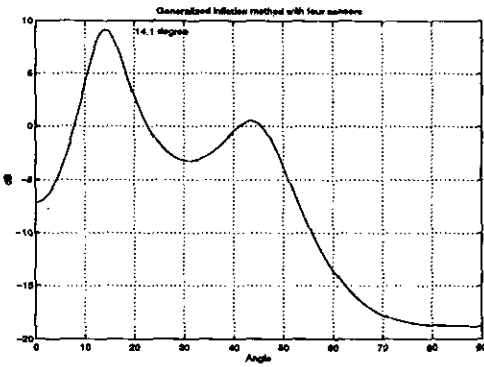
實驗三為 34.3 度。

圖(5)為實驗一、圖(7)為實驗二、圖(9)為實驗三本系統取樣前之 4 通道類比訊號波形。

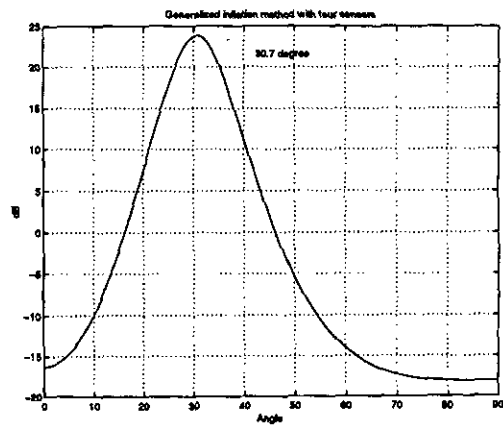
圖(6)為實驗一、圖(8)為實驗二、圖(10)為實驗三 Matlab 所估測之訊號源方位。



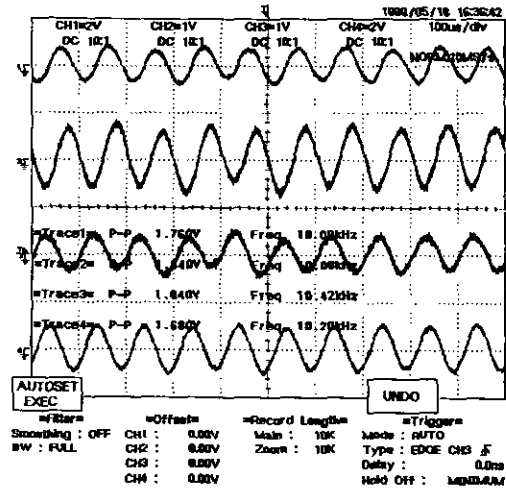
圖(5) 實驗一本系統取樣前之 4 通道類
比訊號



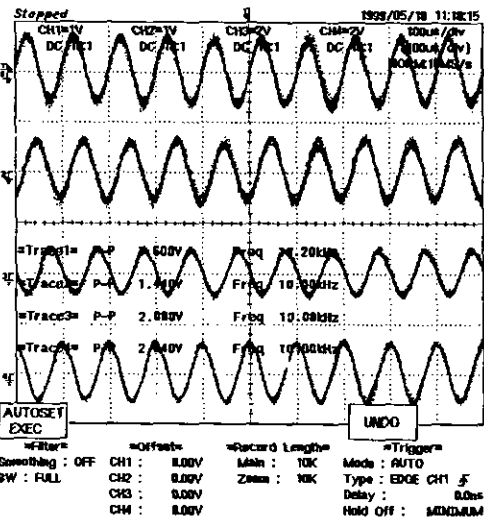
圖(6) 實驗一 Matlab 所估測之訊號源方位



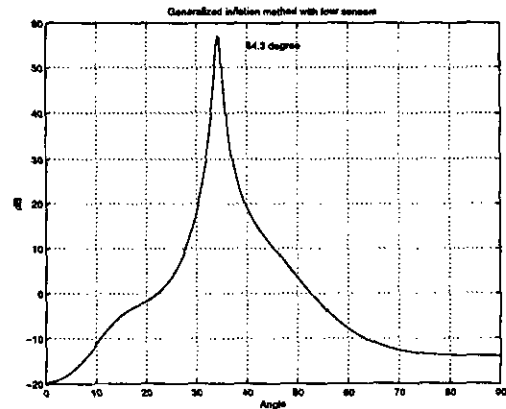
圖(8) 實驗二 Matlab 所估測之訊號源方位



圖(9) 實驗二本系統取樣前之 4 通道類
比訊號



圖(7) 實驗二本系統取樣前之 4 通道類
比訊號



圖(10) 實驗三 Matlab 所估測之訊號源方位

五、結論

本計劃最主要的是以其所開發設計的可攜性多通道即時訊號處理系統，運用於線性感測器陣列的訊號處理。8通道A/D轉換器的設計，使感測器陣列所接收的資料，在演算法的處理上準確度更高，在運用上更有彈性。同步取樣的設計，使演算法的撰寫更加容易。C32和A/D轉換器的整合設計，更使得整套系統成為一獨立、即時系統。配合週邊完整的介面裝置，使得整套系統在軟、硬體的設計功能上十分強大和完整。從實驗中可以驗證為一高可靠度、高準確度的系統。

參考文獻

1. J.-F. Yang and H.-J. Lin, "Adaptive high-resolitional gorithms for tracking nonstationary sources without the estimation of source number," IEEE Trans. Signal Processing, vol. 42, pp. 563-571, March 1994.
2. D. H. Johnson and D. E. Dudgeon, Array Signal Processing: Concepts and Techniques, Prentice Hall, New Jersey 1993.
3. J.-F. Yang and M. Kaveh, "Adaptive eigensubspace algorithms for direction or frequency estimation and tracking," IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. 36, no. 6, pp. 241-251, June 1988.
4. TMS320C3X User's Guide, Texas Instruments, Inc., Dallas, Texas. 1997.
5. SMQ320C32 Digital Signal Processor, Texas Instruments, Inc., Dallas, Texas. 1997.
6. TMS320C32 General-Purpose

Applications, Texas Instruments, Inc., Dallas, Texas. 1998.

7. TMS320C3x/C4x Assembly Language Tools, Texas Instruments, Inc., Dallas, Texas. 1997.
8. TMS320 Family Development Support Reference Guide, Texas Instruments, Inc., Dallas, Texas. 1990.