

申請日期： 92-11-18	IPC分類
申請案號： 92132234	G06F 17/00, H04N 4/00

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書 200518581

一、 發明名稱	中文	非等間隔取樣之快速褶積方法
	英文	
二、 發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 白明憲 2. 曾平順
	姓名 (英文)	1. 2.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹市長春路55號2樓 2. 台中縣大里市塗城里三民一路55巷11號
	住居所 (英文)	1. 2.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 國立交通大學
	名稱或 姓名 (英文)	1.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹市大學路1001號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1.
	代表人 (中文)	1. 張俊彥
代表人 (英文)	1.	



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

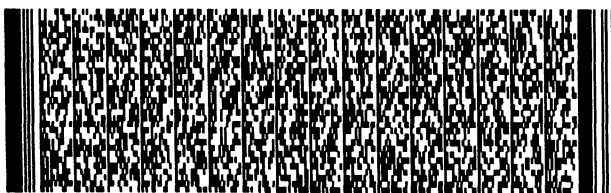
熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。



四、中文發明摘要 (發明名稱：非等間隔取樣之快速褶積方法)

本發明係揭露一種非等間隔取樣之快速褶積方法，其係先輸入一待處理之數位訊號資料後，再分析欲與輸入訊號做褶積運算的原始濾波器特性做褶積運算的資料特性；並對此資料的脈衝響應及頻率響應分別進行非等間隔取樣，以得到一較短階數脈衝響應及一樣版函數；根據此樣版函數做最佳化設計，以求得較短階數脈衝響應之參數；最後再利用此較短階數脈衝響應之參數進行褶積運算，以模擬出近似於原始長階數脈衝響應所褶積之效果。因此，本發明在保留資料原本特性之前提下，直接以軟體做適當的壓縮與處理，用以減少運算量及增快運算速度，以達到即時處理大量資料之功效者。

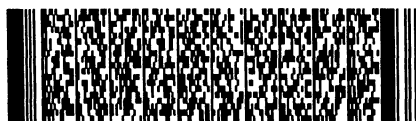
五、英文發明摘要 (發明名稱：)



六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：第一圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：無



五、發明說明 (1)

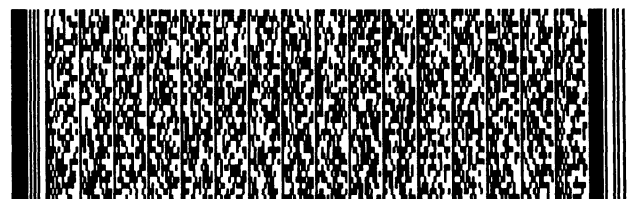
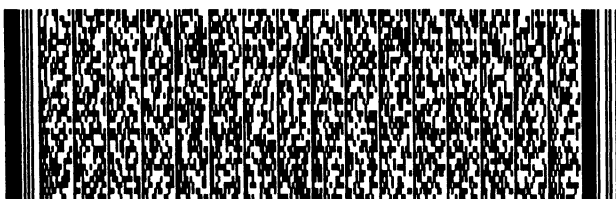
【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種快速褶積 (fast convolution) 方法，特別是關於一種利用非等間隔取樣 (non-uniformly sampling) 及最佳化設計之快速褶積方法，以即時處理大量資料的長階褶積問題。

【先前技術】

按，在訊號處理的應用中，通常需要做大量資料的褶積 (convolution)，其所涵蓋之範圍包含有語音、靜態影像、視頻、無線通訊、音訊等訊號之處理，幾乎是無可避免之重要運算方式，只要欲處理的問題具有可利用之結構性或特徵，即可運用此方法進行適當的壓縮。

就現有技術而言，某些技術需要特殊硬體的配合或是尋求較高效能的硬體來增快運算速度，但此種結合多個運算器 (multi-processor) 來達到快速褶積運算之方式將導致處理之成本過高。除了硬體實現之外，以軟體模擬有成本上的優勢，及參數調整的彈性與便利性，習知之快速褶積技術如文獻 J. Garas and P. C. W. Sommen, "Real-time convolution and correlation using non-uniform spectral analysis and synthesis," Proc. Signal Processing Symposium SPS 98, 95-98 March (1998) 以及 J. Garas and P. C. W. Sommen, "Warped linear time invariant systems and their application in audio signal processing," Proc. ICASSP 99, IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and



五、發明說明 (2)

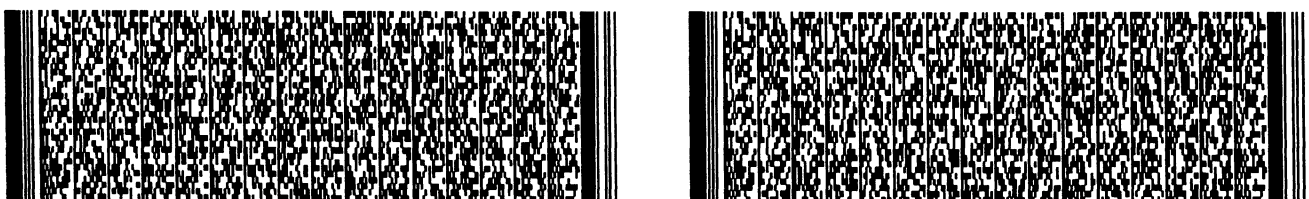
Signal Processing, 3, 1521-1524, March (1999) 所示，其係利用非等間隔取樣的原理進行處理，亦即以硬體實現非等間隔採樣的動作，訊號於採樣後經過快速傅利葉轉換，再與欲褶積的濾波器於頻率域上做相乘，之後將乘積結果做反傅利葉轉換以得到時間域之訊號，所以褶積的動作是在頻率域上完成者；然而該些技術需要透過不同的轉換程序，因而增加運算的複雜度。

另外，文獻A. Touimi, "A generic framework for filtering in subband-domain", 9th IEEE DSP workshop, October (2000) 所使用的方法乃是將欲實現的超長階數濾波器，以濾波器組 (filter bank) 分割成不同的頻帶進行分頻處理，可將此長階數濾波器切割成許多較短階數的濾波器，然而，為達到完美重建 (perfect reconstruction) 的性質，此方法於每一頻帶均需做矩陣運算，使得整個頻帶實現的運算量仍無法大幅縮減。

由於習知之快速褶積技術仍無法降低運算量以及解決長階濾波器之即時實現，因此，本發明遂提出一種非等間隔取樣之快速褶積方法，以解決存在於先前技術中之該些缺失者。

【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種非等間隔取樣之快速褶積方法，此種新的快速褶積技術係在保留原本特性的前提下，不需額外之特殊硬體輔助，以軟體做適當的壓縮與處理，用以減少運算量、增快運算速度、節省記憶體空



五、發明說明 (3)

間，以達到即時處理大量資料之功效者。

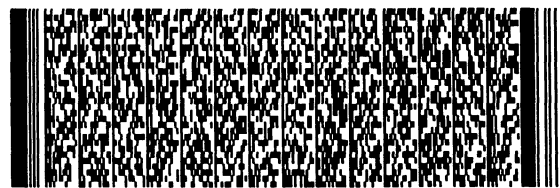
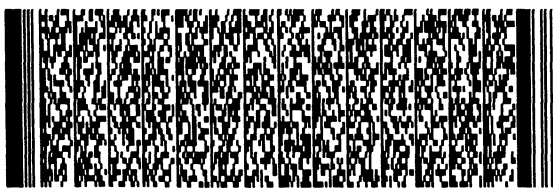
本發明之另一目的係在提供一種非等間隔取樣之快速褶積方法，其係以大幅壓縮後之濾波器模擬出長階之褶積運算，故仍保有系統應有的效能與特性。

本發明之再一目的係在提供一種非等間隔取樣之快速褶積方法，其係可視所欲達到的效果及運算量的考量而定，經由最佳化的設計，以彈性地改變欲做處理的濾波器長度。

本發明之又一目的係在提供一種非等間隔取樣之快速褶積方法，其係以非等間隔取樣之方式來減少運算複雜度，同時節省記憶體儲存空間，並達到即時處理之目的而增加其可實施性。

為達到上述之目的，本發明之快速褶積方法係在一待處理之數位訊號資料輸入之後，先分析欲與輸入訊號做褶積運算的原始濾波器特性做褶積運算的此資料特性；然後，對該濾波器之脈衝響應進行非等間隔取樣，以得到一較短階數脈衝響應；再對該濾波器之頻率響應進行非等間隔取樣，以作為一樣版函數；利用此樣版函數進行最佳化設計，以求得較短階數脈衝響應之參數；最後，根據此較短階數脈衝響應的參數進行褶積運算，以模擬出近似於原始長階數脈衝響應所褶積之效果。

其中，前述之非等間隔取樣的步驟係將脈衝響應或頻率響應中，特性較重要的部份擷取較密之採樣點數，特性較不明顯的部份則擷取較疏的採樣點數，使資料經過非等



五、發明說明 (4)

間隔之再取樣的壓縮處理。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

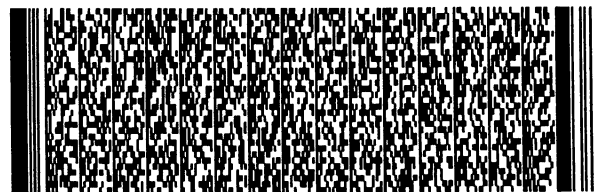
【實施方式】

在數位訊號處理相關領域中，褶積 (convolution) 為一重要且關鍵的步驟，當欲處理之資料過於龐大時，直接做習知的線性褶積所衍生出的龐大運算量，使得做即時處理的應用產生困難；為此，本發明遂提出一種非等間隔取樣 (non-uniformly sampling) 之快速褶積方法，以解決習知缺失。

本發明之快速褶積方法如第一圖所示，其係包括下列步驟：首先，如步驟S10所示，由個人電腦 (PC)、電視、筆記型電腦、DVD播放器、CD播放器或PDA等裝置輸入一待處理之數位訊號資料，並分析欲與輸入訊號做褶積運算的原始濾波器特性進行褶積運算的此數位訊號資料之特性。

接著，請參閱步驟S12所示，對此資料的較長階數之脈衝響應 (impulse response) 進行非等間隔取樣，將脈衝響應中特性較重要的部份擷取較密之採樣點數，且特性較不明顯的部份則擷取較疏的採樣點數，以藉此得到一較短階數脈衝響應，此時，此較短階數脈衝響應之參數仍為未知者。

再如步驟S14所示，對該濾波器的頻率響應



五、發明說明 (5)

(frequency response) 同樣進行非等間隔取樣，將此頻率響應中特性較重要的部份擷取較密之採樣點數，特性較不明顯的部份則擷取較疏的採樣點數，用來作為一樣版函數 (template function)，以提供該資料環境的頻率域之特性。

其中，在步驟S12及S14中進行之非等間隔取樣主要係利用時間域與頻率域映對之疏密特性來進行取樣。

在對原始濾波器之頻率響應與脈衝響應分別完成非等間隔取樣之後，如步驟S16所示，再利用此樣版函數進行最佳化設計之處理，其係利用最小平方法進行計算，使此樣版函數與用以進行處理之濾波器或音效晶片的匹配誤差為最小者，以求得該較短階數脈衝響應之參數，此即為非等間隔取樣的頻率響應之用意。

最後，如步驟S18所示，由於上述之較短階數脈衝響應之參數即作為該非等間隔取樣濾波器或音效晶片之參數，使非等間隔取樣濾波器或音效晶片可藉此直接在時間域上進行褶積運算，以經由非等間隔取樣濾波器或音效晶片模擬出近似於原始長階數脈衝響應所褶積之效果。換言之，本發明係可以較短階數的脈衝響應與音源褶積所得之音效近似於以長階數的脈衝響應與音源褶積所得之音效，故可廣泛應用在頭部相關轉移函數 (HRTF) 定位音效或是在實現殘響 (Reverberator) 效果中。

在說明完本發明揭示的快速褶積方法之後，接續以本發明之方法實現殘響效果或HRTF定位音效之音訊處理來加



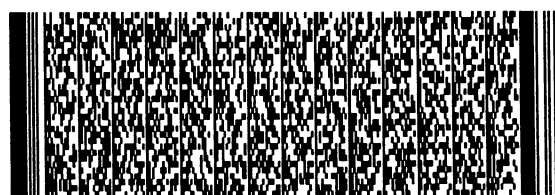
五、發明說明 (6)

以詳細說明。

第二圖為本發明以個人電腦為基礎進行音訊處理的架構示意圖，如圖所示，一PC音訊10輸送至一非等間隔取樣濾波器12，在此非等間隔取樣濾波器12中進行前述褶積方法，並配合運算出的一非等間隔取樣之最佳化設計14，將得到之較短階數脈衝響應參數作為非等間隔取樣濾波器12之參數，再經由非等間隔取樣濾波器12褶積出來的音效，即可模擬出近似於原始長階數脈衝響應所褶積之效果；接續再透過一音效卡16輸出至一喇叭18，即可將3D定位或殘響之音效附加於此PC音訊10中。

若將濾波器以音效晶片實現時，請參考第三圖所示之本發明以音效晶片進行音訊處理的架構示意圖，如圖所示，由一DVD播放器輸入一DVD音訊20以傳送至一3D音效晶片22，在此3D音效晶片22中進行前述褶積方法，並配合運算出的一非等間隔取樣之最佳化設計24，將得到之較短階數脈衝響應參數作為3D音效晶片22之參數，再經由3D音效晶片22褶積出來的音效，即可模擬出近似於原始長階數脈衝響應所褶積之效果；接續再利用一喇叭26輸出，即可將3D定位或殘響之音效附加於此DVD音訊20中。

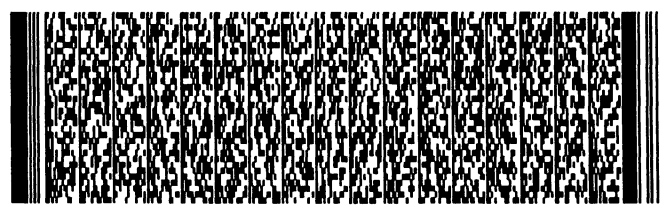
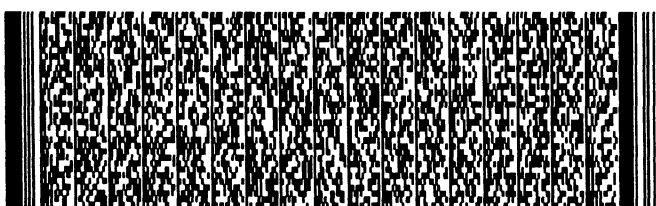
就3D音效的定位問題而言，主要是透過頭部相關轉移函數(HRTF)提供定位資訊，將之與待處理的音訊做褶積運算，以達到定位效果，但HRTF之濾波器長度約512階，且有代表710個方向的濾波器，其運算量在做聲音的即時定位時，需要相當大的運算量；而透過本發明之方法，並



五、發明說明 (7)

利用人耳對頻率高之音訊的敏感度較低之特性，可將濾波器階數壓縮至128或64階，以增加運算速度，並節省所需的記憶體空間，而使用較低階之濾波器產生的定位效果與使用較長階濾波器的結果相當類似。

就3D音效的處理問題而言，除了3D聲音定位還需加上殘響效果，使得3D音效更具空間感、舒適度與自然度。殘響造成的原因乃是因為聲源在空間中發生，除了直接達到耳內的路徑外，還有環境中的牆壁或障礙物而產生的不規則反射也會傳到耳內，有了這些資訊，即可使人體的聽覺系統對所處空間大小有所概念，以模擬此效應而營造出如演藝廳般的效果。目前殘響器之實現方法主要有兩種，一種是利用人工濾波器經過適當的參數調整以模擬空間響應的動態，此種方法之設計程序需要是經由不斷的嘗試錯誤來加以進行，且調整出來的結果往往會因過度簡化空間模型而喪失原本音訊的自然度、清晰度或音質；第二種方法則是量測空間的響應，再將欲處理的音訊與之做褶積的動作，即可得到理想的殘響效果，但因其音訊的高採樣率，如44100 Hz，所以錄製三秒鐘的空間響應即具有132300的濾波器階數，此在即時應用的考量上是不切實際的。因此，本發明提出之方法可以將此數萬階的濾波器，經過非等間隔取樣的技術以及最佳化的方法，並考慮人耳對不同頻率範圍的靈敏度有所不同，而能將之大幅的壓縮以減少運算量，同時又能兼顧所欲達到的效能；例如30000階的空間響應可壓縮成1024階的濾波器，使得音訊即時處理的



五、發明說明 (8)

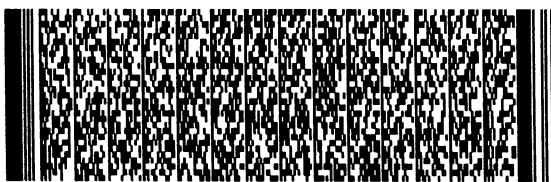
運用更加實際。

本發明係以大幅壓縮後之濾波器或音效晶片模擬出較長階之褶積運算，使其在保留資料原本特性的前提下，不需額外之特殊硬體輔助，直接以軟體進行適當的壓縮與處理，故可減少運算量、增快運算速度、節省記憶體空間，並達到即時處理大量資料之目的者。另外，本發明可視所欲達到的效果及運算量的考量而定，經由最佳化的設計，來彈性地改變欲做處理的濾波器長度。因此，本發明利用非等間隔取樣之方式達到即時處理之目的而增加其可實施性。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

圖號說明：

- | | | | |
|----|--------------|----|-----------|
| 10 | PC 音訊 | 12 | 非等間隔取樣濾波器 |
| 14 | 非等間隔取樣之最佳化設計 | | |
| 16 | 音效卡 | 18 | 喇叭 |
| 20 | DVD 音訊 | 22 | 3D 音效晶片 |
| 24 | 非等間隔取樣之最佳化設計 | | |
| 26 | 喇叭 | | |

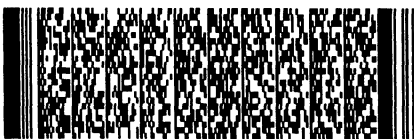


圖式簡單說明

第一圖為本發明之流程示意圖。

第二圖為本發明以個人電腦為基礎進行音訊處理的架構示意圖。

第三圖為本發明以音效晶片進行音訊處理的架構示意圖。



六、申請專利範圍

1、一種非等間隔取樣之快速褶積方法，包括下列步驟：

輸入一待處理之數位訊號資料；

分析欲與輸入訊號做褶積運算的原始濾波器特性進行褶積運算的此數位訊號資料之特性；

對該濾波器之脈衝響應進行非等間隔取樣，以得到一較短階數脈衝響應；

對該濾波器之頻率響應進行非等間隔取樣，以作為一樣版函數；

根據該樣版函數進行最佳化處理，以求得該較短階數脈衝響應之參數；以及

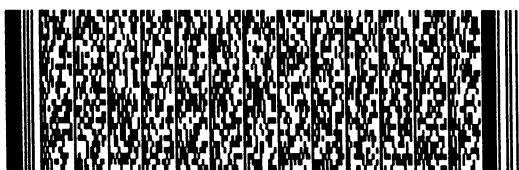
利用該較短階數脈衝響應之參數進行褶積運算，以模擬出近似於原始長階數脈衝響應所褶積之效果。

2、如申請專利範圍第1項所述之快速褶積方法，其中在對該脈衝響應進行非等間隔取樣之步驟中，係將該脈衝響應中特性較重要的部份擷取較密之採樣點數，且該特性較不明顯的部份則擷取較疏的採樣點數。

3、如申請專利範圍第1項所述之快速褶積方法，其中在對該頻率響應進行非等間隔取樣之步驟中，係將該頻率響應中特性較重要的部份擷取較密之採樣點數，該特性較不明顯的部份則擷取較疏的採樣點數。

4、如申請專利範圍第1、2或3項所述之快速褶積方法，其中該非等間隔取樣係利用時間域與頻率域映對之疏密特性進行取樣。

5、如申請專利範圍第1項所述之快速褶積方法，其中該樣



六、申請專利範圍

版函數係提供該濾波器環境的頻率域之特性。

6、如申請專利範圍第1項所述之快速褶積方法，其中該較短階數脈衝響應之參數係作為一非等間隔取樣濾波器之參數，使該濾波器得以進行褶積運算。

7、如申請專利範圍第1項所述之快速褶積方法，其中該較短階數脈衝響應之參數係作為一音效晶片之參數，使該音效晶片得以進行褶積運算。

8、如申請專利範圍第6或7項所述之快速褶積方法，其中在利用該樣版函數進行最佳化處理之步驟中，係利用最小平方法進行計算，使該樣版函數與該非等間隔取樣濾波器/音效晶片之匹配誤差為最小者，以求得該參數。

9、如申請專利範圍第1項所述之快速褶積方法，其中該褶積運算係直接在時間域上做褶積。

10、如申請專利範圍第1項所述之快速褶積方法，其係可應用在一頭部相關轉移函數（HRTF）定位音效中。

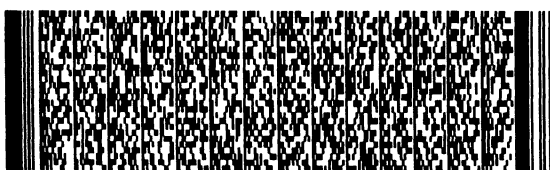
11、如申請專利範圍第1項所述之快速褶積方法，其係可應用在實現殘響效果中。

12、一種非等間隔取樣之快速褶積方法，包括下列步驟：

輸入一待處理之數位訊號資料；

分析欲與輸入訊號做褶積運算的原始濾波器特性進行褶積運算的此數位訊號資料之特性；

對該濾波器之脈衝響應進行非等間隔取樣，將該脈衝響應中特性較重要的部份擷取較密之採樣點數，且該特性較不明顯的部份則擷取較疏的採樣點數，以得到一較短階數



六、申請專利範圍

脈衝響應；

對該濾波器之頻率響應進行非等間隔取樣，將該頻率響應中特性較重要的部份擷取較密之採樣點數，該特性較不明顯的部份則擷取較疏的採樣點數，以作為一樣版函數；

根據該樣版函數進行最佳化處理，以求得該較短階數脈衝響應之參數；以及

利用該較短階數脈衝響應之參數進行褶積運算，以模擬出近似於原始長階數脈衝響應所褶積之效果。

13、如申請專利範圍第12項所述之快速褶積方法，其中該非等間隔取樣係利用時間域與頻率域映對之疏密特性進行取樣。

14、如申請專利範圍第12項所述之快速褶積方法，其中該樣版函數係提供該濾波器環境的頻率域之特性。

15、如申請專利範圍第12項所述之快速褶積方法，其中該較短階數脈衝響應之參數係作為一非等間隔取樣濾波器之參數，使該濾波器得以進行褶積運算。

16、如申請專利範圍第12項所述之快速褶積方法，其中該較短階數脈衝響應之參數係作為一音效晶片之參數，使該音效晶片得以進行褶積運算。

17、如申請專利範圍第15或16項所述之快速褶積方法，其中在利用該樣版函數進行最佳化處理之步驟中，係利用最小平方法進行計算，使該樣版函數與該非等間隔取樣濾波器/音效晶片之匹配誤差為最小者，以求得該參數。

18、如申請專利範圍第12項所述之快速褶積方法，其中該

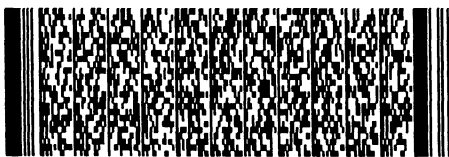


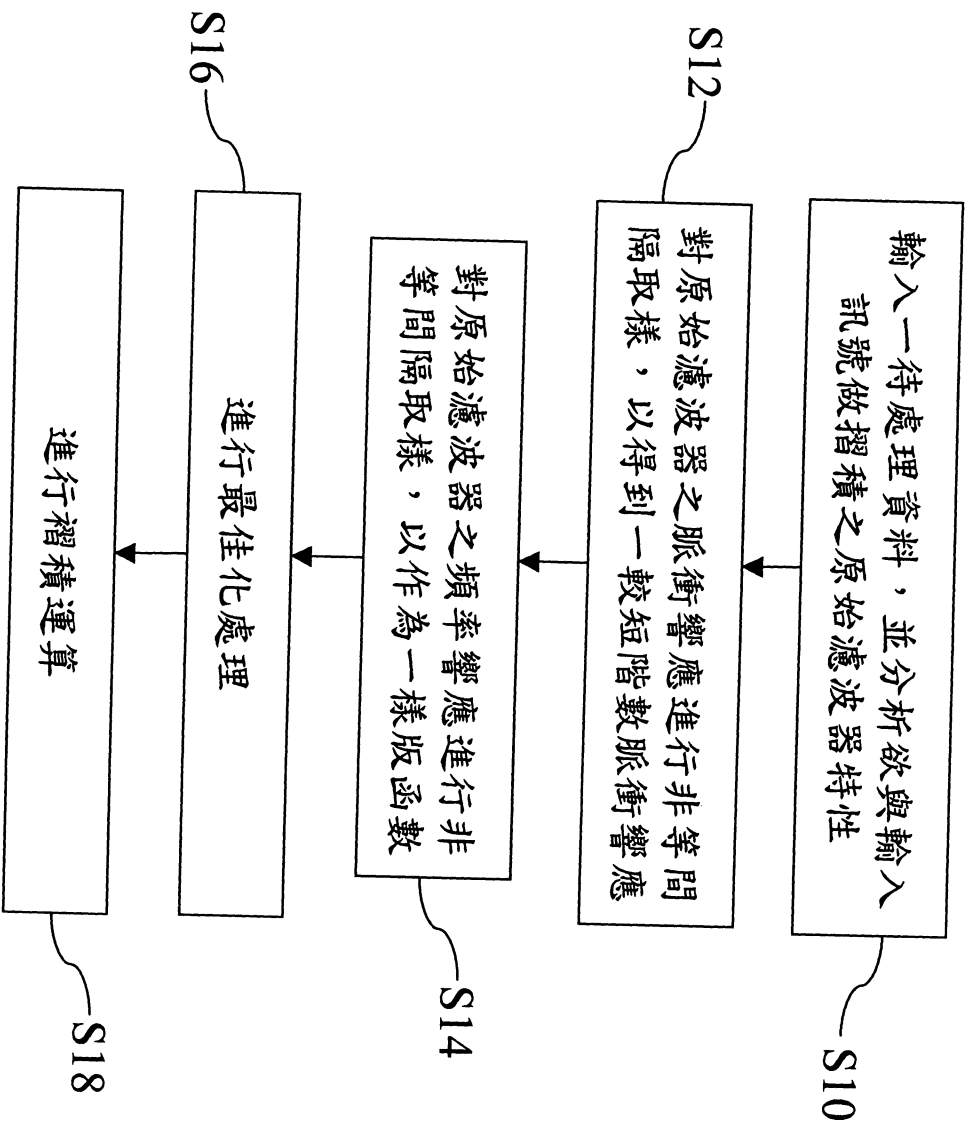
六、申請專利範圍

褶積運算係直接在時間域上做褶積。

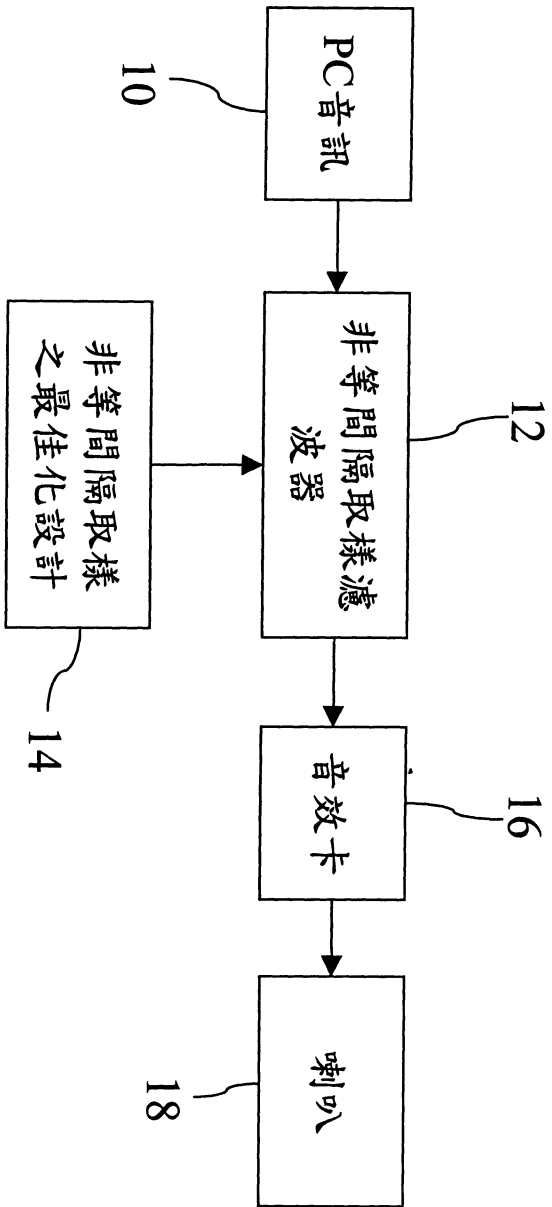
19、如申請專利範圍第12項所述之快速褶積方法，其係可應用在一頭部相關轉移函數（HRTF）定位音效中。

20、如申請專利範圍第12項所述之快速褶積方法，其係可應用在實現殘響效果中。

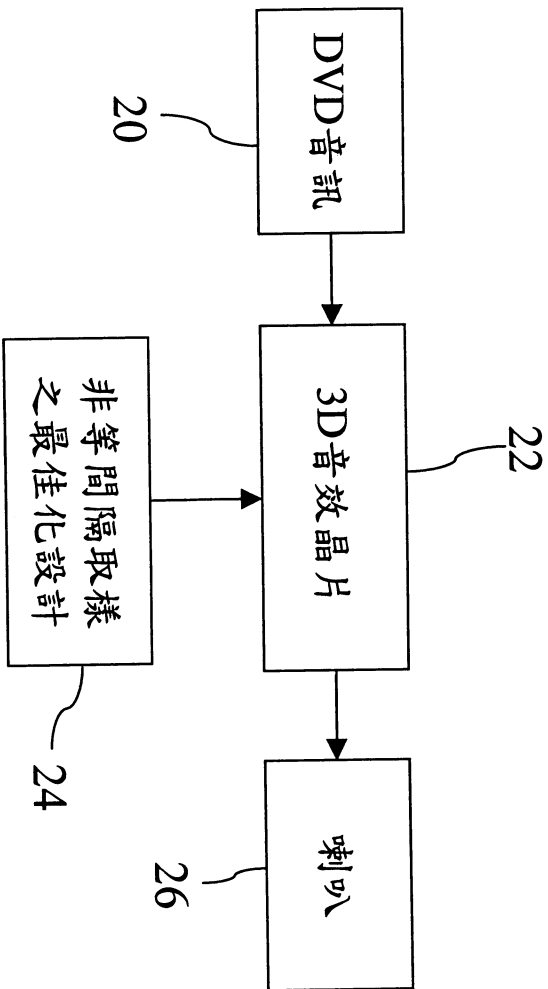




第一圖



第二圖



第三圖