



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I682672 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：107109298 (22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 19 日
 (51)Int. Cl. : **H04R3/02 (2006.01)** **G10L21/02 (2013.01)**
 (30)優先權：2017/03/21 美國 15/464,887
 (71)申請人：美商豪威科技股份有限公司 (美國) OMNIVISION TECHNOLOGIES, INC. (US)
 美國
 (72)發明人：王崇安 WANG, CHUNG AN (TW)；施棟 SHI, DONG (CN)
 (74)代理人：江國慶
 (56)參考文獻：
 US 6246760B1 US 2004/0018860A1
 US 2004/0062403A1 US 2010/0215185A1
 審查人員：范美華
 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：5 共 24 頁

(54)名稱

減少殘餘回聲的回聲消除系統和方法

(57)摘要

回聲消除系統包括快速傅立葉變換(FFT)單元以提供以頻域表示(frequency domain representation；FD)的輸入訊號。多頻帶自適應濾波器接收以頻域表示的輸入訊號並經由頻域表示濾波器輸出。另一 FFT 單元提供麥克風訊號的頻域表示，且加合器將頻域表示濾波器輸出，以加合至麥克風信號的頻域表示以提供回聲消除器頻域表示輸出。回饋子系統使用回聲消除系統的頻域表示輸出以調整多頻帶自適應濾波器的至少第一、第二和第三頻帶的濾波器係數以最小化回聲消除器頻域表示輸出中，未消除的回聲輸出。回饋子系統根據回聲消除系統的頻域表示輸出的第一、第二和第三頻帶中未消除的輸出，以調整自適應濾波器中第二頻帶的濾波器係數。

An echo canceller includes a fast Fourier transform (FFT) unit to provide frequency domain representation (FD) of an input. A multiband adaptive filter receives the FD of the input and provides an FD filter output. Another FFT unit provides an FD of a microphone signal, and a summer adds the FD filter output to the FD of the microphone signal to provide echo-canceller FD output. A feedback subsystem uses the echo-canceller FD output to adjust filter coefficients of at least a first, a second, and a third frequency band of the multiband adaptive filter to minimize uncancelled output in the echo-canceller FD output. The feedback subsystem adjusts the filter coefficients of the second frequency band of the adaptive filter according to uncancelled output in the first, second, and third frequency bands of the echo-canceller FD output.

指定代表圖：

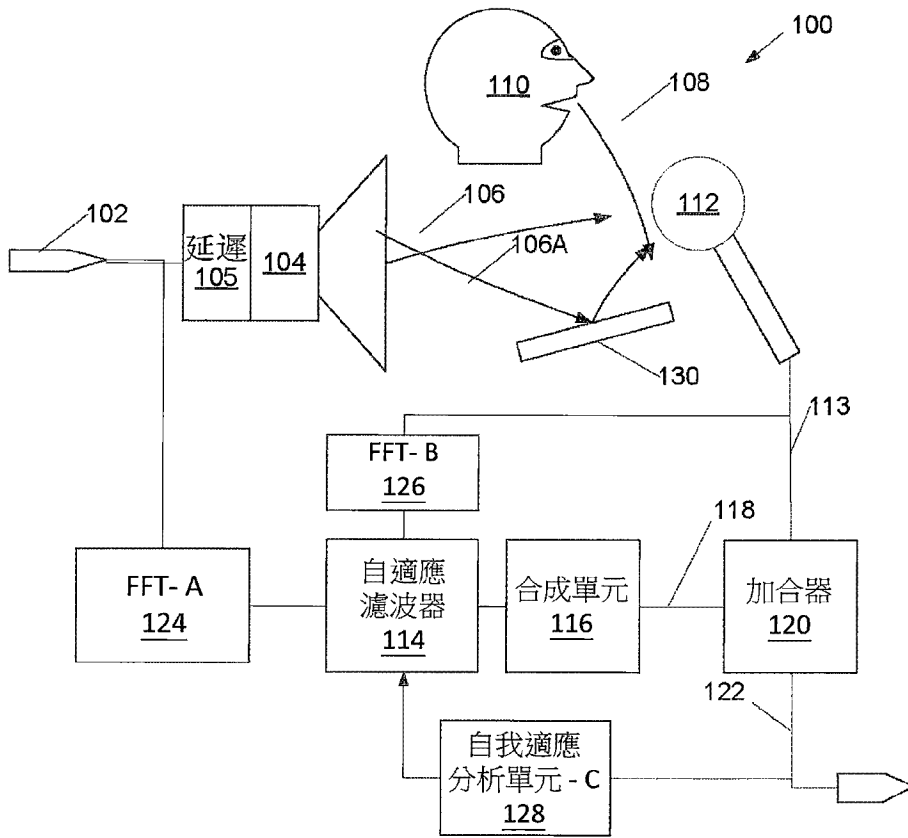


圖 1

符號簡單說明：

- 100 . . . 回聲消除系統
- 102 . . . 輸入訊號
- 104 . . . 揚聲器
- 105 . . . 延遲單元
- 106 . . . 聲音
- 106A . . . 聲音
- 108 . . . 聲音
- 110 . . . 人類說話者
- 112 . . . 麥克風
- 113 . . . 音訊
- 114 . . . 多頻帶自適應濾波器
- 115 . . . 多頻帶自適應濾波器
- 116 . . . 合成單元
- 118 . . . 校正訊號
- 120 . . . 加合器
- 122 . . . 輸出訊號
- 124 . . . FFT-A
- 126 . . . FFT-B
- C 128 . . . 自我調整分析
- 130 . . . 障礙物

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

減少殘餘回聲的回聲消除系統和方法/Echo Cancellation System and Method with Reduced Residual Echo

【技術領域】

【0001】 本發明涉及音訊技術領域，並涉及具有減少殘餘回聲效能的回聲消除系統和方法。

【先前技術】

【0002】 回聲識別和消除系統適用於許多通信應用中以減少聲學回聲。幾乎任何需要同時啟動麥克風和喇叭的系統，均可受益於回聲消除，包括內部通信系統、公共廣播系統、音樂錄音和放大系統、和喇叭擴音器（包括手機中的揚聲器模式）。通過消除音訊回聲且在一些情況下消除電子回聲降低雜訊，以改善由這些麥克風檢測的音訊品質，防止干擾回饋震盪，並改善收聽檢測音訊的品質。

【0003】 由於麥克風不僅接收其附近人說話的聲音（或其他聲源），亦能從任何換能器（例如位於麥克風附近的揚聲器）拾取音訊信號，麥克風信號中的許多雜訊因此被增強；因此，所產生的麥克風信號實際上為在麥克風處拾取的揚聲器信號和源於聲源的信號的疊加。在具有第一和第二互連組的揚聲器和麥克風的系統（例如，全雙工內部通信系統或在電話的每一端處的喇叭擴音器）中，不僅疊加的信號難以理解，且由第二組的麥克風拾取的疊加的信號可能導致具有響亮的尖叫聲形式的震盪。

【0004】 上述情況通常通過將驅動喇叭的信號分接，並根據被計算為從揚聲器至麥克風的路徑的最佳匹配的傳遞函數，以延遲並濾波該信號以形成延遲的喇叭信號，然後從麥克風信號中減去此延遲的喇叭信號以消除來自揚聲器音訊的麥克風信號部分，完成音訊回聲消除。

【0005】 然而，傳遞函數並不總是對於真實世界中真實回聲得以達到完全匹配的程度。當傳遞函數不完全匹配時，一些殘留的、未消除的回聲即會被保留在麥克風信號中。例如，可以在消聲室內分析的原型喇叭擴音器或手機，以確定從其揚聲器至其麥克風的傳遞函數，然後生產手機時則可以被配置為從其麥克風信號減去電延遲的喇叭信號以改善麥克風信號。雖然這樣的設備可消除一些回聲（如由設備本身內的聲音路徑引起的回聲），但由揚聲器聲音被房間牆壁反射並進入麥克風引起的回聲則不會被消除，原因是當確定傳遞函數時其回聲並不存在，因此沒有被傳遞函數表示；由聲音的反射引起的這些回聲將作為殘餘回聲保留在麥克風信號中。

【發明內容】

【0006】 在實施例中，回聲消除器包括第一快速傅立葉變換(FFT)單元，以將輸入訊號以頻域表示(frequency domain representation; FD)。多頻帶自適應濾波器接收輸入的頻域表示並經由一頻域表示濾波器輸出，多頻帶自適應濾波器可為多頻帶有限脈衝自適應(FIR)數位濾波器。回聲消除器包括一第二快速傅立葉變換單元，以提供一以頻域表示表示的麥克風訊號，和將頻域表示濾波器的輸出加合至麥克風訊號，以提供回聲消除系統頻域表示輸出的加合器。回饋子系統使用回聲消除系統的頻域表示輸出，以調整多頻帶自適應濾波器的至少第一、第二和第三頻帶的濾波器係數以最小化回聲消除器頻域表示輸出中，未消除的回聲輸出。回饋子系統根據回聲消除器頻域表示輸出的第一、第二和第三頻帶中的未消除的回聲輸出，以調整自適應濾波器中第二頻帶的濾波器係數。

【0007】 在另一實施例中，消除回聲的方法包括：接收一輸入第一快速傅立葉變換單元，並以頻域表示的輸入訊號，以及，將上述輸入訊號，使用多頻帶有限脈衝自適應數位濾波器，以提供一頻域表示濾波輸出。自適應濾波器具有接收輸入訊號頻域表示；具有多個接頭，提供訊號延遲的數位延遲線裝置；用於縮放延遲幅度，具有多個接頭的乘法器；和用於加合乘法器的輸出加合器。上述方法包括：接收麥克風訊號進入第二快速傅立葉變換單元，以提供一以頻

域表示的麥克風訊號；加合頻域表示濾波器輸出和麥克風訊號的頻域表示以提供回聲消除器輸出，以及調整多頻帶自適應濾波器的至少第一、第二和第三頻帶的濾波器係數，以最小化回聲消除系統頻域表示輸出中，未消除的回聲輸出。其中，濾波器係數的調整，除了根據回聲消除系統中，頻域表示輸出的第二頻帶中，未消除的回聲外，還根據回聲消除系統第一和第三頻帶中的未消除回聲，以執行自適應濾波器的調整。

【0008】 以上所述係用以說明本發明之目的、技術手段以及其可達成之功效，相關領域內熟悉此技術之人可以經由以下實施例之示範與伴隨之圖式說明及申請專利範圍更清楚明瞭本發明。

【圖式簡單說明】

【0009】 圖 1 係顯示回聲消除系統的架構圖。

【0010】 圖 2 是回聲消除系統的頻域實施例的詳細的架構圖。

【0011】 圖 3 描述由圖 2 的係數適配器 336 使用歸一化最小均方法 (NMLS)，以調整自適應濾波器 323 的頻率延遲幅度係數中的疏鬆矩陣的係數 $W(I,K)$ 。

【0012】 圖 4 係顯示在圖 2 的實施例中，使用有限脈衝濾波器的帶內和帶外衰減的情形。

【0013】 圖 5 是以本發明的回聲消除系統，運用在內部通信系統中，一實施例的架構圖。

【實施方式】

【0014】 本發明將以較佳之實施例及觀點加以詳細敘述。下列描述提供本發明特定的施行細節，俾使閱者徹底瞭解這些實施例之實行方式。然該領域之熟習技藝者須瞭解本發明亦可在不具備這些細節之條件下實行。此外，本發明

亦可藉由其他具體實施例加以運用及實施，本說明書所闡述之各項細節亦可基於不同需求而應用，且在不悖離本發明之精神下進行各種不同的修飾或變更。本發明將以較佳實施例及觀點加以敘述，此類敘述係解釋本發明之結構，僅用以說明而非用以限制本發明之申請專利範圍。以下描述中使用之術語將以最廣義的合理方式解釋，即使其與本創作某特定實施例之細節描述一起使用。

【0015】 回聲消除系統 100 係顯示於圖 1。該系統具有揚聲器 104，產生一數位化的輸入訊號 102，以輸出聲音；在一些實施例中，輸入訊號 102 通過延遲單元 105，以驅動揚聲器 104，使回聲消除系統 100 中的其他部分中的延遲得到補償。來自揚聲器 104 的聲音 106，與來自人類說話者 110 或其他聲源的聲音 108 一起到達麥克風 112，其中，上述聲音 106 與聲音 108 被轉換為電子訊號並被數位化為數位音訊。來自麥克風 112 的音訊 113 通過多頻帶自適應濾波器 114 和合成單元 116 以生成校正訊號 118，校正訊號 118 被與來自麥克風 112 的音訊 113 被加合器 120 加合，以提供消除回聲後的輸出訊號 122。

【0016】 由揚聲器 104 到麥克風 112 的過程中，通常是如聲音 106(經由一直接路徑)，和聲音 106A(經由一個或多個間接路徑)的疊加，其中所述的間接路徑，可以包括從牆壁，或其他障礙物 130 反射後的聲音 106A。

【0017】 理想上，成功的回聲消除要求校正訊號 118，與來自揚聲器 104 的聲音 106 經過麥克風 112 後，所產生的音訊 113 振幅相等且相位相反——這使得多頻帶自適應濾波器 114 的濾波器係數在建立時必須根據聲音 106 的直接路徑上的傳遞函數。

【0018】 在本發明一實施例中，多頻帶自適應濾波器 114 的濾波器係數的調整乃經由三個部分所得出：FFT A 124 通過將輸入訊號 102 分成複數個頻率子帶，與特定頻率子帶的振幅和相位，以確定可能發出回聲的訊號何時存在於輸入訊號 102 中，以決定何時調整濾波器係數以降低回聲。FFT B 126 通過將來自麥克風 112 的音訊 113，分成複數個頻率子帶，與特定頻率子帶的振幅和相位以分析來自麥克風 112 的音訊 113，自適應分析單元 C 128 則通過再次將回聲消除

系統的輸出訊號 122 分成複數個頻率子帶，與特定頻率子帶的振幅和相位來分析回聲消除系統的輸出訊號 122 中的殘餘回聲。

【0019】 根據本發明一觀點，一用於語音，但不用於音樂的內部通信系統的實施例中，一數位化的輸入訊號 102 以脈波編碼調變(PCM)的方式，以 8000Hz 的頻率進行採樣(該頻率通常用於電話網路)，並經由內部通信系統的遠端或擴音器單元(未示出)接收進入延遲單元 105，然後經過數位類比轉換器(DAC)進入揚聲器 104。上述輸入訊號 102 同樣會進入多頻帶自適應濾波器 114(圖 1)、323(圖 2)。在本發明另一實施例中，為提供更好的品質，輸入訊號以 16000Hz 進行採樣。於本發明再一實施例中，當用於錄製音樂時，輸入訊號則以音響 CD 的 44100Hz 的速率而被採樣。

【0020】 在一實施例中，延遲元件 105、多頻帶自適應濾波器 114、FFT A 124 單元、FFT B 126 單元、自我適應分析單元 128、合成單元 116 和加合器 120 為包含在一數位訊號處理器中，儲存於一記憶體，且可為機器所讀取的韌體；當執行儲存於韌體中的指令時，數位訊號處理器使用其記憶體，以提供上述元件間的功能連結，以及執行韌體指令時所需要的資料暫存。

【0021】 在一頻域實施例 300(圖 2)中，以 PCM 進行的數位輸入訊號 301 的 N 個 PCM 樣本的群組由時間切片器(time-slicer) 302 所採樣，且對每個時間片段以一 FFT 單元 304 執行快速傅立葉變換。為達到最佳化補償回聲消除系統 100 處理延遲的目的，可選擇一數位延遲單元 308，可使 PCM 音響透過喇叭單元 310 轉換為類比訊號，並輸出至喇叭和揚聲器。其中，上述喇叭單元 310 可為一具有 DAC(Digital to analog, 數位類比轉換)功能的喇叭。

【0022】 在每個 FFT 單元 304 中，可對數位輸入訊號 301 進行時間分段，以對每個時間片段內的音響的多個頻率中的振幅和相位以頻域表示。在各種實施例中，時間間隔可從 0.01 至 0.04 秒。

【0023】 來自 FFT 304 的每個頻帶中每個頻率的振幅和相位通常由複數

表示，量化的振幅和頻率在此可以參考為複數。這些複數由包含複數個接頭的數位化的延遲線裝置 314 和乘法器 316 的自適應濾波器 323 進一步處理，上述的乘法器 316 將頻帶的每個頻率與每個振幅乘以具有可變係數 $W(I,K)$ 的延遲強度頻率矩陣中的延遲強度頻率帶係數，其中 I 是特定頻帶， K 則表示具有複數個接頭的延遲線裝置 314 的延遲接頭。在特定實施例中，延遲強度頻率矩陣 $W(I,K)$ 為疏鬆陣列。在一些實施例中，延遲線裝置 314 提供從 0.02 至 0.3 秒的最大延遲， K 的範圍從 0-P，其中 0 表示無延遲，而 P 則表示最大延遲。從延遲線裝置 314 的多個接頭中所擷取的每個振幅和相位，與用於每個頻帶的每個係數 $W(I,K)$ 的乘積，由加合器 320 加合，以提供在此時間片段中，消除回聲所需頻率和相位的資訊。係數 $W(I,K)$ 表示頻率延遲幅度矩陣，頻率延遲幅度矩陣用於為各種類型的系統給予一初始設置，並在每個系統中自動地調整，以求將回聲最小化。根據本發明之一觀點，內部通信系統在省略如時間切片與 FFT 模組 332 的情況下，某些係數 M 將傾向於具有與聲音在內部通信系統中從喇叭單元 310 傳播至麥克風 328 所需的時間對應的延遲 K 附近或在 K 處的絕對值。

【0024】 對於每個頻帶，延遲線裝置 314、係數 $W(I,K)$ 和加合器 320 在系統運作的過程中重複的進行運算。組合器 321 將每個頻帶經加合器 320 處理後，以頻域表示並組合後傳輸予自適應濾波器 323，以輸出一輸出訊號 325。

【0025】 同時，麥克風音訊 328 被類似於時間切片器 302 的時間切片器切成幾個時間片段，並把每個時間片段饋入時間切片與 FFT 模組 332 以進行處理。在時間切片與 FFT 模組 332 中，麥克風音訊 333 做一傅立葉變換後，傳輸予自我適應濾波器 323 輸出一輸出訊號 325，並執行逆 FFT 單元 324 以提供適於傳輸至其他內部通信系統、手機、公共廣播擴音器或系統的其他單元的麥克風訊號 330。

【0026】 為調整延遲強度頻率矩陣的係數，對於麥克風訊號 330 中的每個頻帶 A 做傅立葉轉換，在頻帶 A 中的第一頻帶 $A+/-1$ 、第二頻帶 $A+/-2$ 和第三頻帶 $A+/-3$ 等相鄰頻帶作為回饋至係數適配器 336 的頻域輸出訊號 335，係數適配器 336 則調整延遲強度頻率矩陣 $M(A,K)$ 中的係數以持續進行優化頻域輸出訊

號的輸出。

【0027】 在圖 2 的實施例中，音訊由多頻帶自適應濾波器 323 即時且將每個頻帶獨立處理，每個頻帶 A 都分別具有延遲強度係數 $W(A,K)$ 的疏鬆陣列。自適應濾波器 323 的輸出與麥克風訊號 330 加合，以提供回聲消除的訊號輸出，且根據消除回聲後的訊號輸出以調整疏鬆陣列延遲強度頻帶係數。

【0028】 在圖 2 的實施例中，由聲音 106、聲音 106A 形成的音訊 113（圖 1）中的訊號分量對於內部聲音傳播隨每個系統改變，並對於外部聲音傳播隨系統的設置而改變。此外，在內部通信系統的情況下，這些分量還會隨日常的環境條件（例如位於內部通信系統附近的停著的車和門的開關），以及例如人和動物等物體的存在或不存在而改變。由這些分量引起的回聲，其被消除的程度極大地取決於多頻帶自適應濾波器 114 的係數 $W(I,K)$ ，特別是延遲強度頻率矩陣中的延遲強度係數。其中，自適應分析單元 C 128（圖 1）或係數適配器 336（圖 2）的運作乃基於麥克風 122 中存在的回聲，與輸入訊號 102、數位輸入訊號 301 中，未消除的或殘餘的回聲來調整延遲強度係數。一般來說，只有當閾值單元 338 判斷頻帶的輸入訊號 102 具有顯著幅度的增加時，才會調整這些係數，並調整在麥克風 122 和麥克風訊號 330 處減少那個相同頻帶內的頻率分量。

【0029】 在本發明一實施例中，使用單頻帶回饋的系統通常在輸出訊號 122 與麥克風訊號 330 中具有顯著未消除的回聲，因此期望改善回聲消除的效果。於另一實施例中，在確定用於當前頻帶 A 的係數 $W(A,K)$ 中，透過使用不僅來自當前頻帶 A，還包括相鄰的頻帶 A-3、A-2、A-1、A+1、A+2 和 I+3 的回饋實現了回聲消除效能的改進。

【0030】 在本發明一實施例中，典型的傅立葉變換（例如圖 2 的多頻帶自適應濾波器 323）具有頻率回應 400（圖 4），頻率回應 400 具有“主瓣”402 和第一上旁瓣 404、第一下旁瓣 406、第二上旁瓣 408 和第二下旁瓣 410 中的顯著能量。額外的旁瓣 412 存在，然而其通常是比第一上旁瓣 404、第二上旁瓣 408、第一下旁瓣 406，以及第二下旁瓣 410 顯著地為弱。相似地，FFT 單元 304 與時

間切片與 FFT 模組 332 也具有顯著的旁瓣，在此實施例中，這些旁瓣對殘餘回聲有影響。

【0031】 在本發明一實施例中，當調整頻帶 A 的延遲強度頻率矩陣係數時，不僅需考慮頻帶 A 內的輸出的幅度，還需考慮與頻帶 A 相鄰的至少頻帶 A-1 和 A+1 中的輸出的幅度，如此回聲消除的效能可獲得顯著的改善。在一些實施例中，不僅需考慮第一個相鄰的頻帶，還需考慮第二相鄰的頻帶，甚至第一、第二和第三相鄰的頻帶。在特定實施例中，當對頻帶 A 調整係數時，必須考慮到第一和第二相鄰的頻帶 A-2、A-1、A、A+1、A+2。為此，在圖 2 的實施例中，以延遲線裝置 314 和加合器 320 的特定頻帶 A，調整延遲強度頻率係數的頻帶的頻域輸出訊號 335 至少包括那個頻帶 A、下一相鄰的頻帶 A+1 和頻帶 A-1 的幅度。由於頻帶的數量是有限的，因此最低的頻帶 B 接收來自頻帶 B 和頻帶 B+1 的回饋，而最高的頻帶 C 接收來自頻帶 C 和頻帶 C-1 的非零回饋。在圖 2 的實施例中，使用 16000Hz 的採樣速率和 0.02 秒傅立葉變換的幀寬，在該實施例中，具有 320 個頻帶。在本發明另一實施例中，使用 150 個或更多個頻帶。

【0032】 在本發明中，所述的回聲消除器的自適應濾波器被描述為具有係數的延遲強度頻率矩陣。根據本發明一觀點，當使用如在此描述的自適應濾波器為回聲消除確定準確的係數時，一些係數具有顯著的、非零值，且一些係數小。我們使用 0 替換小於閾值的係數，以最小化自適應濾波器所需的乘法運算的數量。在特定實施例中，動態地確定閾值以保持乘法運算的數量低於該閾值，可確保不超過系統的數位訊號處理器的可用處理能力的限制。

【0033】 係數適配器 336 的使用，如圖 3 中所示，乃基於歸一化最小均方法 (NLMS)，以執行自適應濾波器係數 $W(I,K)$ 的優化。此方法尋找產生誤差信號的最小均方的濾波器係數，在上述實施例中，誤差信號是在顯著的數位輸入訊號 301 存在於當前頻帶 A 和附近頻帶 A-m 至 A+m (對於整數 m) 中的時間片段內的相同頻帶中，所消除的麥克風訊號 330——在音訊輸入不存在於相同頻帶中的時間片段期間，則不更新濾波器係數。在執行時間片段 n 後，由校正向量 $\Delta W(A,K)(n)$ 調整濾波器係數 $W(A,K)$ 。

【0034】 以頻率 $A-m$ 至 $A+m$ 來說，對於每個時間片段，組合的頻域輸出訊號 335 首先透過除以來自相同頻帶的頻域輸入 305 的輸入頻率而歸一化，然後，將誤差 $E(n)$ 計算為對頻帶 A 的時間上頻率 $A-m$ 至 $A+m$ 的頻域輸出訊號 335 的加權總和，此加權總和由預定步長 μ 進行縮放。 μ 是小於 1 的預定步長，並經由實驗確定，若 μ 較小，則回聲的消除較為穩定，若 μ 較大，則可能較為不穩；其結果可由一校正因數 351 來表示。在本發明方法的步驟 352 中，向量 X 被從自適應濾波器的延遲線裝置 314 的接頭，以得出向量 $X(K)$ 354，步驟 352 中亦補償了電路和其他延遲，例如時間切片與 FFT 模組 332 的延遲。校正向量 ΔW 358 被計算為校正因數 351 乘以向量 $X(K)$ 354 的乘積 356，校正向量 ΔW 358 然後由加合器 360 加合至存儲在濾波器係數矩陣寄存器 362 中的濾波器係數 $W(A,K)$ ，從濾波器係數矩陣寄存器 362 將濾波器係數 $W(A,K)$ 傳輸至乘法器 316。來自加合器 360 的總和在存儲在濾波器係數矩陣寄存器 362 之前，被矩陣節約 (matrix thrifting) 器 364 節約。

【0035】 圖 1-4 所描述的回聲消除系統 100，可以應用於圖 5 的內部通信系統中。系統 500 具有與第二內部通信單元 504 通信的第一內部通信單元 502。其中，第一內部通信單元 502、與第二內部通信單元 504 具有如圖 1 中的延遲單元 105、揚聲器 104 和麥克風 112，耦接至回聲消除器 506 與回聲消除器 508，以消除在內部通信系統中，由麥克風 112 接收，起源於揚聲器 104 的回聲。回聲消除器 506 與回聲消除器 508 具有如先前描述的多頻帶自適應濾波器 114、合成單元 116 和加合器 120 與多頻帶自適應分析單元 510、512，當調整多頻帶自適應濾波器 114 中，頻帶 A 的延遲強度頻率矩陣係數 $W(A,K)$ 時，不僅需考慮到每個頻帶 A 內的輸出的幅度，亦需考慮與頻帶 A 相鄰的至少第一相鄰頻帶 $A-1$ 以及 $A+1$ 內的輸出的幅度。

【0036】 來自第一內部通信單元 502 的麥克風輸出 514，耦接第二內部通信單元 504 的輸入端，被傳輸至延遲單元 105、揚聲器 104、和多頻帶自適應濾波器 114，此外，第二內部通信單元 504 的麥克風輸出 516，耦接至第一內部通信單元 502 的輸入端，並被傳輸至延遲單元 105、揚聲器 104、以及多頻帶自適

應濾波器 115，使第一內容通信單元 502 和第二通信單元 504 之間得以互相通話。

【0037】 組合：

在此描述各種方法和元件可以下述幾種實施例根據應用的需要進行適當的修飾或組合，請參閱如下說明。

【0038】 根據本發明之第一態樣，回聲消除系統包含：第一快速傅立葉變換單元以提供輸入信號，其中該輸入訊號以頻域表示；一接收輸入信號，並提供頻域表示濾波器輸出的多頻帶自適應濾波器，上述多頻帶自適應濾波器包含，一具有複數個接頭，以接收輸入信號頻域表示的數位延遲線裝置、一乘法器，以縮放來自該延遲線裝置中，該輸入訊號的強度、以及用於加合乘法器的輸出的加合器；一第二快速傅立葉變換單元，接收麥克風訊號並提供所述麥克風訊號的頻域表示；一加合器，接收所述的頻域表示濾波器輸出和麥克風訊號的頻域表示，並提供回聲消除系統的頻域表示輸出；以及，一回饋子系統，接收回聲消除器頻域表示輸出並調整多頻帶自適應濾波器的第一頻帶、第二頻帶和第三頻帶內的未消除的回聲輸出，以最小化回聲消除器頻域表示輸出中的未消除回聲；其中回饋子系統根據回聲消除器頻域表示輸出的第一頻帶、第二頻帶和第三頻帶中的未消除的回聲輸出，以調整自適應濾波器第二頻帶的濾波器係數。

【0039】 根據本發明的第二態樣，回聲消除系統包括第一態樣中的回聲消除系統，其中，自適應濾波器的濾波器係數為延遲強度頻率係數的疏鬆陣列。

【0040】 根據本發明的第三態樣，回聲消除系統包括第一態樣或第二態樣的回聲消除系統，該回聲消除器至少有 150 個頻帶。

【0041】 根據本發明的第四態樣，回聲消除系統包括第一、第二或第三態樣中的回聲消除系統，其中，回饋子系統使用歸一化最小均方方法調整多頻帶自適應濾波器的濾波器係數。

【0042】 根據本發明的第五態樣，回聲消除系統包括第一、第二、第三或第四態樣中的回聲消除系統，還包括接收回聲消除系統頻域表示輸出並提供回聲消除系統輸出的逆快速傅立葉變換單元。

【0043】 根據本發明的一實施例，一電臺包括接收聲訊並將麥克風信號提供給根據第一、第二、第三、第四或第五態樣的回聲消除系統中的回聲消除系統的加合器的麥克風，並包括耦接至回聲消除系統的多頻帶自適應濾波器的輸入訊號的數位輸入訊號端；和從回聲消除器輸出端的輸出。

【0044】 根據本發明之第一觀點，本發明消除回聲的方法包含：接收輸入訊號進入第一快速傅立葉變換單元，並以頻域表示輸入信號；一多頻帶自適應濾波器，以濾波輸入訊號的頻域表示，該多頻帶自適應濾波器包含一數位延遲線裝置，其具有複數個接頭，以接收輸入訊號的頻域表示並加以延遲、一乘法器，以縮放來自該延遲線裝置中，該輸入訊號的強度，以及，用以加合乘法器輸出的加合器；接收一麥克風訊號進入適於提供麥克風訊號頻域表示的第二快速傅立葉變換單元；加合多頻帶自適應濾波器的輸出和麥克風訊號的頻域表示以提供回聲消除器頻域表示輸出；以及，調整多頻帶自適應濾波器的至少第一頻帶、第二頻帶和第三頻帶的濾波器係數，以最小化回聲消除器頻域表示輸出中，未消除的回聲輸出；其中，該多頻帶自適應濾波器之第二頻帶中，濾波器係數的調整，除了根據回聲消除器頻域表示輸出中，第二頻帶中未消除的回聲輸出外，還根據回聲消除器頻域表示輸出中的第一頻帶和第三頻帶中，未消除的回聲輸出。

【0045】 根據本發明之消除回聲的方法之第二觀點，多頻帶自適應濾波器的濾波器係數為延遲強度頻率係數的疏鬆矩陣。

【0046】 根據本發明之消除回聲的方法之第三觀點，更包含上述第一觀點與第二觀點中，其至少有 150 個頻帶。

【0047】 根據本發明之消除回聲的方法之第四觀點，更包含上述第一、第

二與第三觀點中，使用歸一化最小均方法，以調整多頻帶自適應濾波器的濾波器係數。

【0048】 本發明並未侷限在此處所描述之特定細節特徵。在不脫離本發明之精神與範疇下，與先前描述與圖式相關之許多不同的發明變更是可被允許的。因此，本發明將由下述之專利申請範圍來包含其所可能之修改變更，而非由上方描述來界定本發明之範疇。

【符號說明】

【0049】

回聲消除系統 100

輸入訊號 102

揚聲器 104

延遲單元 105

聲音 106

聲音 106A

聲音 108

人類說話者 110

麥克風 112

音訊 113

多頻帶自適應濾波器 114

多頻帶自適應濾波器 115

合成單元 116

校正訊號 118

加合器 120

輸出訊號 122

FFT 單元 A 124

FFT 單元 B 126

自適應分析單元 C 128

障礙物 130

頻域實施例 300
數位輸入訊號 301
時間切片器 302
FFT 單元 304
頻域輸入 305
數位延遲單元 308
喇叭單元 310
延遲線裝置 314
乘法器 316
加合器 320
組合器 321
組合器 322
多頻帶自適應濾波器 323
逆 FFT 324
輸出訊號 325
麥克風音訊 328
麥克風訊號 330
時間切片與 FFT 模組 332
麥克風音訊 333
頻域輸出訊號 335
係數適配器 336
閾值單元 338
步驟 345
步驟 347
步驟 349
校正因數 351
步驟 352
向量 $X(K)$ 354
乘積 356
校正向量 ΔW 358

加合器 360
矩陣節約器 364
濾波器係數矩陣寄存器 362
頻率回應 400
主瓣 402
第一上旁瓣 404
第一下旁瓣 406
第二上旁瓣 408
第二下旁瓣 410
旁瓣 412
系統 500
第一內部通信單元 502
第二內部通信單元 504
回聲消除器 506
回聲消除器 508
多頻帶自適應調整分析單元 510
多頻帶自適應調整分析單元 512
麥克風輸出 514
麥克風輸出 516

I682672

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

減少殘餘回聲的回聲消除系統和方法/Echo Cancellation System and Method with Reduced Residual Echo

【中文】

回聲消除系統包括快速傅立葉變換(FFT)單元以提供以頻域表示(frequency domain representation; FD)的輸入訊號。多頻帶自適應濾波器接收以頻域表示的輸入訊號並經由頻域表示濾波器輸出。另一FFT單元提供麥克風訊號的頻域表示，且加合器將頻域表示濾波器輸出，以加合至麥克風信號的頻域表示以提供回聲消除器頻域表示輸出。回饋子系統使用回聲消除系統的頻域表示輸出以調整多頻帶自適應濾波器的至少第一、第二和第三頻帶的濾波器係數以最小化回聲消除器頻域表示輸出中，未消除的回聲輸出。回饋子系統根據回聲消除系統的頻域表示輸出的第一、第二和第三頻帶中未消除的輸出，以調整自適應濾波器中第二頻帶的濾波器係數。

【英文】

An echo canceller includes a fast Fourier transform (FFT) unit to provide frequency domain representation (FD) of an input. A multiband adaptive filter receives the FD of the input and provides an FD filter output. Another FFT unit provides an FD of a microphone signal, and a summer adds the FD filter output to the FD of the microphone signal to provide echo-canceller FD output. A feedback subsystem uses the echo-canceller FD output to adjust filter coefficients of at least a first, a second, and a third frequency band of the multiband adaptive filter to minimize uncanceled output in the echo-canceller FD output. The feedback subsystem adjusts the filter coefficients of the second frequency band of the adaptive filter according to uncanceled output in the first, second, and third frequency bands of the echo-canceller FD output.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（一）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

回聲消除系統 100	輸入訊號 102	揚聲器 104
延遲單元 105	聲音 106	聲音 106A
聲音 108	人類說話者 110	麥克風 112
音訊 113	多頻帶自適應濾波器 114	多頻帶自適應濾波器 115
合成單元 116	校正訊號 118	加合器 120
輸出訊號 122	FFT-A 124	FFT-B 126
自我調整分析 C 128	障礙物 130	

申請專利範圍

1. 一種回聲消除系統，包括：

一第一快速傅立葉變換單元，提供一輸入訊號的頻域表示；

一多頻帶自適應濾波器被配適，以接收該輸入訊號的該頻域表示，並提供一頻域表示濾波器輸出，該多頻帶自適應濾波器包含一數位延遲線被耦合用以接收該輸入訊號的該頻域表示、複數個乘法器被配置用以縮放來自該數位延遲線的複數個頻帶中複數個延遲接頭的延遲頻域表示信號的強度、以及一第一加合器用於加合來自該複數個乘法器的輸出；

一第二快速傅立葉變換單元被適配，用以接收一麥克風訊號並提供一個該麥克風訊號的頻域表示；

一第二加合器，接收所述頻域表示濾波器輸出和該麥克風訊號的該頻域表示，並提供該一個該回聲消除系統頻域表示輸出；以及

一回饋子系統被適配，用以接收該回聲消除系統頻域表示輸出並調整該複數個乘法器的濾波器係數，該複數個乘法器被配置用以縮放與來自多頻帶自適應濾波器的延遲線之延遲頻域表示訊號中複數個頻帶的至少一第一頻帶、一第二頻帶和一第三頻帶的濾波器係數相關的延遲接頭以最小化該回聲消除系統中，未消除的回聲輸出；

其中，該回饋子系統被配置，根據該回聲消除系統頻域表示輸出的每一個該第一頻帶、該第二頻帶和該第三頻帶內的未消除回聲來縮放與該自適應濾波器的第二頻帶相關聯的延遲接頭，以調整與該自適應濾波器的該第二頻帶相關的乘法器濾波器係數，僅當該第二頻帶中存在高於一閾值的未消除輸出時調整係數，該第一和該第三頻帶與該第二頻帶相鄰。

2. 如請求項 1 所述的回聲消除系統，該自適應濾波器的濾波器係數為延遲幅度頻率係數的一疏鬆矩陣。

3. 如請求項 1 所述的回聲消除系統，該回聲消除系統至少有 150 個頻帶。
4. 如請求項 1 所述的回聲消除系統，該回饋子系統使用歸一化最小均方方法調整該多頻帶自適應濾波器的濾波器係數。
5. 如請求項 4 所述的回聲消除系統，其中該自適應濾波器的濾波器係數為，一疏鬆矩陣中的延遲強度頻率係數。
6. 如請求項 4 所述的回聲消除系統，該回聲消除系統至少有 150 個頻帶。
7. 如請求項 4 所述的回聲消除系統，更包含一逆快速傅立葉變換單元，該逆快速傅立葉變換單元接收該回聲消除系統頻域表示輸出，並提供該回聲消除系統輸出。
8. 一種電臺，包括：
 - 一麥克風被適配，以接收音訊並將麥克風訊號傳送至如請求項 1 所述的回聲消除系統之該第二加合器；
 - 一輸入端，耦接至該回聲消除系統的多頻帶自適應濾波器的一輸入訊號；以及
 - 一輸出端，耦接該回聲消除系統以輸出訊號。
9. 一種消除回聲的方法，包括：
 - 接收一輸入訊號進入第一快速傅立葉變換單元，並以提供該輸入訊號一頻域表示；
 - 利用一多頻帶自適應濾波器，提供作為頻域表示濾波器輸出，以濾波該輸入訊號的該頻域表示，該多頻帶自適應濾波器包含一延遲線被耦合，以接收該輸入訊號的該頻域表示以及提供複數個延遲接頭、複數個乘法器被配置，以縮放來自該延遲線中，該輸入訊號的強度、以及，利用一第一加合器加合該複數個乘法器輸出；
 - 接收一麥克風訊號進入適於提供該麥克風訊號頻域表示的一個第二快速傅

立葉變換單元；

於一第二加合器中加合該多頻帶自適應濾波器頻域表示輸出和該麥克風訊號的頻域表示以提供一回聲消除系統頻域表示輸出；以及

調整與該多頻帶自適應濾波器相關的至少一第一頻帶、一第二頻帶和一第三頻帶的多個乘法器濾波器係數，以最小化一回聲消除系統頻域表示輸出中，未消除的回聲輸出；

其中，於該多頻帶自適應濾波器之第二頻帶中，對該濾波器係數的調整，除了根據該回聲消除系統頻域表示輸出中，該第二頻帶中未消除的回聲輸出外，還根據該回聲消除系統頻域表示輸出中的該第一頻帶和該第三頻帶中，未消除的回聲頻域表示輸出來執行，並且僅當該第二頻帶中的未消除輸出超過一閾值時才執行該第二頻帶的該濾波器係數的調整，並且其中該第一和第三頻帶與該第二頻帶相鄰。

10. 如請求項 9 所述之消除回聲的方法，其中，該多頻帶自適應濾波器的濾波器係數為，一疏鬆矩陣中的延遲強度頻率係數。
11. 如請求項 9 所述之消除回聲的方法，該方法中至少有 150 個頻帶。
12. 如請求項 9 所述之消除回聲的方法，其中，使用歸一化最小均方法，以調整該多頻帶自適應濾波器的濾波器係數。