

【發明說明書】

【中文發明名稱】 軸承摩擦偵測方法、電腦可讀取記錄媒體與使用其之系統

【英文發明名稱】 BEARING FRICTION DETECTING METHOD,
COMPUTER READABLE MEDIUM THEREOF AND
SYSTEM USING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種時頻訊號處理方法，特別是有關於一種使用希爾伯特-黃轉換與碎形分析之時頻訊號處理方法。本發明同時有關於儲存該時頻訊號處理方法之電腦可讀取記錄媒體與使用時頻訊號處理方法之系統。

【先前技術】

【0002】 目前，最為廣泛使用於分析時頻訊號的方式為傅立葉分析。然而，針對變頻訊號如機械軸承之振動訊號或大氣中之溫度變化訊號，傅立葉分析時常無法找出訊號之特徵頻率。此外，針對來自複雜或混沌系統之訊號，傅立葉分析也時常無法直接得到有意義的結果。

【0003】 於是，許多研究者與工程師便從各領域找尋可解決問題的方法。近年來，應用於變頻訊號的演算法被快速發展，希爾伯特-黃轉換(Hilbert-Huang Transform, HHT)之經驗模態分解(Empirical Mode Decomposition, EMD)即是其中廣被使用的一種，其原是針對希爾伯特轉換做的前置作業，使重新處理後的訊號有能符合可進行希爾伯特轉換的特性。然而，由於該特性有數學上可用於分析運算的良好性質，因此

第 1 頁，共 11 頁(發明說明書)

也可結合其他分析方式使用。

【0004】 此外，針對複雜或混沌系統，近年來數學界之新興領域之碎形分析(Fractal Analysis)則可應用於其上。目前已有許多成功的例子，例如碎形分析於海岸線的度量或是在摩擦學上的應用，當下仍有許多學界與產業界人士投入研究。

【0005】 不過，有時候單獨使用希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解與碎形分析皆無法得到明顯結果。因此，更佳的時頻訊號處理方法是被需要的。

【發明內容】

【0006】 有鑑於上述習知技藝之問題，本發明之目的就是在提供一種時頻訊號處理方法，以解決複雜時頻訊號處理問題。

【0007】 根據本發明之一目的，提出一種時頻訊號處理方法包含；使用訊號接收模組從訊號源接收原始訊號；使用訊號處理模組先以希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解再以碎形分析處理該原始訊號，且根據處理結果得出碎形維度值(Fractal Dimension)訊號與高度尺度參數值(Topothesy)訊號；以及使用提示模組以提示碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之結果。

【0008】 較佳者，時頻訊號處理方法可進一步包含使用反應模組以預定方式處理碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之結果，且根據處理結果對相對應訊號源之物體執行預定反應。

【0009】 較佳者，其中時頻訊號處理方法可進一步包含執行預定反應後，再執行如前述接收時頻訊號進行分析至提示結果之步驟，以判斷

預定反應之有效性。

【0010】 根據本發明之另一目的，提出一種內儲程式之電腦可讀取記錄媒體，當相對應之硬體載入該程式並執行後，可使硬體完成如上述之時頻訊號處理方法。

【0011】 根據本發明之再一目的，提出一種時頻訊號處理系統包含由訊號源接收並發送原始訊號之訊號接收模組；電性連接於訊號接收模組，並以希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解處理後再以碎形分析處理原始訊號，且根據處理結果發送碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之訊號處理模組；以及電性連接於訊號處理模組，並提示碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之結果之提示模組。

【0012】 較佳者，其中訊號處理模組可包含第一訊號處理模組，其執行希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解；以及第二訊號處理模組，其執行碎形分析。

【0013】 較佳者，其中時頻訊號處理系統可進一步包含電性連接於訊號處理模組，並以預定方式處理碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之結果且根據處理結果對相對應訊號源之物體執行預定反應之反應模組。

【0014】 較佳者，其中反應模組執行預定反應後發送訊號給訊號接收模組，使訊號接收模組再從訊號源接收訊號並執行時頻訊號處理以判斷預定反應之有效性。

【0015】 承上所述，依本發明之時頻訊號處理方法，其可具有一或多個下述優點：

【0016】 (1) 此時頻訊號處理方法可藉由希爾伯特-黃轉換之經驗

模態分解處理與碎形分析進行時頻訊號處理，藉此分析並清楚顯示複雜時頻訊號的內涵資訊。

【0017】 (2) 此時頻訊號處理方法可藉由希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解處理與碎形分析進行時頻訊號處理，藉此提供自動化裝置或設備判斷目前訊號源狀況的資訊。

【0018】 (3) 此時頻訊號處理方法可藉由回饋步驟，藉此確認處理方法對訊號源的有效性。

【0019】 承上所述，依本發明之內儲程式之電腦可讀取記錄媒體，可提供具有上述優點之時頻訊號處理方法之程式給相對應之硬體使用。

【0020】 承上所述，依本發明之時頻訊號處理系統，其可藉由使用上述時頻訊號處理方法而具有上述優點。

【圖式簡單說明】

【0021】 第 1 圖 係為本發明之時頻訊號處理方法之流程圖。

第 2 圖 係為訊號源之真實變化情況之折線圖。

第 3 圖 係為顯示本發明之時頻訊號處理方法之第一實施例與第一比較實施例之結果之折線圖。

第 4A 至 4C 圖 係為顯示本發明之時頻訊號處理方法之第二比較實施例之結果之頻譜圖。

第 5 圖 係為本發明之時頻訊號處理系統之第二實施例之方塊圖。

第 6 圖 係為本發明之時頻訊號處理系統之第三實施例之方塊圖。

第 7 圖 係為本發明之時頻訊號處理系統之第四實施例之方塊圖。

【實施方式】

【0022】 為利 貴審查員瞭解本發明之技術特徵、內容與優點及其所能達成之功效，茲將本發明配合附圖，並以實施例之表達形式詳細說明如下，而其中所使用之圖式，其主旨僅為示意及輔助說明書之用，未必為本發明實施後之真實比例與精準配置，故不應就所附之圖式的比例與配置關係侷限本發明於實際實施上的專利範圍，合先敘明。

【0023】 以下將參照相關圖式，說明依本發明之時頻訊號處理方法之實施例，為使便於理解，下述實施例中之相同元件係以相同之符號標示來說明。

【0024】 請參閱第 1 圖，其係為本發明之時頻訊號處理方法之示意圖。圖中，時頻訊號處理方法包含使用訊號接收模組從訊號源接收原始訊號之步驟 S10；使用訊號處理模組先以希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解再以碎形分析處理該原始訊號，且根據處理結果得出碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之步驟 S20；以及使用提示模組以提示碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之結果之步驟 S30。

【0025】 具體而言，在步驟 S10 中，本發明之時頻訊號處理方法是在使用訊號接收模組接收訊號後，再在步驟 S20 中，使用訊號處理模組先以希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解再以碎形分析處理該原始訊號以得出有意義之碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號，最後在步驟 S30 中，將碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之資訊提示於提示模組。

【0026】 如前所述，一般常用時頻訊號處理方法是使用傅立葉轉換，但對於頻率隨時間改變之變頻訊號傅立葉轉換則效率不高且有時難以得出有意義結果。於是在本發明中先使用希爾伯特-黃轉換之經驗模態

分解處理訊號，希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解的特性是其會將局部極大值與極小值移動至零點的兩側，也就是說，再經過希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解後，源訊號的局部極大值會大於零，而局部極小值會小於零。此外，希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解會將訊號分解為本質模態函數(Intrinsic Mode Function, IMF)與趨勢函數，也就是說，若原始訊號是載於與原始訊號自身頻率無關之訊號上，如因量測儀器於量測時因誤差而導致與量測物之相對運動而造成的訊號等，則希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解會將與原始訊號頻率無關之訊號拆解出為趨勢函數，而保留保持頻率特性之本質模態函數。因此，被保持的希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解後的本質模態函數結果可以視為將震幅特性減小而保持頻率特性或使頻率特性更加明顯之函數，而可用於之後的分析處理。

【0027】 於希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解後，本發明將分解後之本質模態函數做碎形分析。碎形分析一般運用於複雜系統之訊號分析上，由於複雜系統如摩擦系統中，摩擦之表面乃至於溫度分布等皆可視為碎形函數分布，故可合理推斷其產生之訊號結果應也有碎形特性，而在希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解後其頻率特性仍然保留。此處所指碎形特性主要為統計的自相似性，亦即無論取訊號的全體或一部分作碎形分析，其都會出現類似的統計結果。因此，即使前述之希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解中局部極大值與極小值可能是背景雜訊之隨機起伏造成，但由於碎形分析中之碎形維度值與高度尺度參數值原先就是以統計方式得到，而背景雜訊之隨機起伏已納入統計過程，故不影響其得出結果。而至於非隨機誤差的影響，則可由上述之希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解中之趨勢函數被分解出而消除。因此，經過希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解後訊號的統計碎形特性會更加明顯而可用於碎形分析得到更有意義之結果，具體來說如下所述。

【0028】 請參閱第 2 至 4C 圖，其顯示根據本發明之第一實施例與第一及第二比較實施例之訊號處理之結果。第 2 圖為訊號源之真實變化情況之折線圖，第 3 圖為顯示本發明之時頻訊號處理方法之實施例與第一比較實施例之結果之折線圖，以及第 4A 至 4C 圖為顯示本發明之時頻訊號處理方法之第二比較實施例之結果之頻譜圖。在此實施例與比較實施例中，訊號源為上過潤滑油脂之軸承，訊號接收模組為可感知振動訊號之振動加速規，訊號處理模組為可執行希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解與碎形分析程式之電腦，以及提示模組為電腦螢幕。

【0029】 請先參閱第 2 圖，圖中顯示由其他方式測量之軸承間真實摩擦係數與天數之變化關係。由觀察可知軸承摩擦係數於第 11 天始逐步明顯上升，顯示潤滑油脂於第 11 天始逐漸失效而造成摩擦係數逐漸上升。接著請參閱第 3 圖，圖中所示標示「第一實施例」之折線為本發明之實施例之訊號處理結果，也就是將振動加速規所得之振動訊號以電腦做希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解與碎形分析後，所得出之碎形維度結果，由圖中可看出碎形維度同樣在第 11 天時有明顯改變，也就是說，在第 11 天前碎形維度大約是在 1.6 至 1.9 間起伏，而到第 11 天時即驟降至 1.2 以下，與第 2 圖之結果比較後，其顯示希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解加上碎形分析後確可顯示訊號源發生轉變的時間點。相對地，請再參閱第 3 圖，圖中所示標示「第一比較實施例」之折線為本發明之第一比較實施例之訊號處理結果，也就是將振動加速規所得之振動訊號以電腦直接做碎形分析後所得出之碎形維度結果，由圖中可見第 11 天時第一比較實施例之折線雖也有變化，但不如本發明之實施例之結果明顯。接著請參閱第 4A 至 4C 圖，其為本發明之第二比較實施例之訊號分析結果之頻譜圖，也就是將振動加速規所得之振動訊號以電腦做希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解後再使用快速傅立葉變換(Fast Fourier Transform,

FFT)之頻譜。然而，其難以看出從第 10 天至 12 天希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解後再使用快速傅立葉變換之頻譜有任何明顯特徵可以對應於軸承摩擦係數之變化，故無法用以判斷軸承於第 11 天起有摩擦係數上升的情況。

【0030】 較佳者，時頻訊號處理方法可進一步包含使用反應模組針對訊號源之變化執行預定反應。

【0031】 具體來說，當經過上述該時頻訊號處理方法之步驟而發現輸出之碎形維度訊號或高度尺度參數值訊號有明顯改變時，如碎形維度訊號突然下降 20% 以上，即可將此變化提示給反應模組使其對訊號源做出預定反應。舉例來說，例如該時頻訊號處理方法係應用於前述之軸承摩擦振動訊號處理上，則可以供油模組為反應模組，當接收之振動訊號處理後得出之碎形維度訊號有明顯改變時，則可通知供油模組供應潤滑油，補充開始失效之潤滑油脂而使摩擦係數不致開始升高。

【0032】 較佳者，其中時頻訊號處理方法可進一步包含執行預定反應後，再執行如前述接收時頻訊號進行分析至提示結果之步驟，以判斷預定反應之有效性。

【0033】 具體來說，若訊號源輸出之時頻訊號會對前述之預定反應有反應，則經處理過後之碎形維度訊號或高度尺度參數值訊號也應與其對應而有所反應，而可藉此反應實現訊號回饋。舉例來說，如前述作為反應模組之供油模組供油後，振動加速規可再次由軸承抓取振動訊號，而發送給電腦如前述以希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解與碎形分析再度處理訊號，而觀察輸出之碎形維度訊號是否回到 1.6 到 1.9 之區間來判斷作為預定反應之供應潤滑油的有效性。

【0034】 此外，本發明同時提出一種內儲程式之電腦可讀取記錄媒

體，當相對應之硬體載入該程式並執行後，可使硬體完成如上述之時頻訊號處理方法。

【0035】 具體來說，為了方便安裝或進行資料轉移，可將上述時頻訊號處理方法處理程式寫入電腦程式，使其載入相對應之硬體後，例如載入主動式供油裝置之電腦後，便可讓該硬體實行上述時頻訊號處理方法。

【0036】 請參閱第 5 圖，其係為本發明之時頻訊號處理系統之第二實施例之方塊圖。如圖所示，時頻訊號處理系統 100a 包含由訊號源接收並發送原始訊號之訊號接收模組 110；電性連接於訊號接收模組 110，並以希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解處理後再以碎形分析處理原始訊號，且根據處理結果發送碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之訊號處理模組 120；以及電性連接於訊號處理模組 120，並提示碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之結果之提示模組 130。

【0037】 具體來說，此時頻訊號處理系統 100a 係實現前述時頻訊號處理方法之系統。值得一提的是，此處電性連接包含有線與無線式的電性連接。舉例來說，當此時頻訊號處理系統 100a 為主動式偵測系統可偵測軸承之潤滑油脂何時失效，則訊號源可為目標軸承，訊號接收模組 110 可為振動加速規，訊號處理模組 120 可為電性連接為振動加速規之電腦，其內建建有可執行希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解與碎形分析之程式，以及提示模組 130 可為電腦之顯示屏幕。由上述應用時頻訊號處理系統 100a 之主動式偵測系統之運作，使用者便可得知供應潤滑油給軸承之時機，以避免軸承因摩擦損耗或是過早供油而造成浪費。

【0038】 請參閱第 6 圖，其係為本發明之時頻訊號處理系統之第三實施例之方塊圖，與第二實施例不同的是，其中時頻訊號處理系統 100b

之訊號處理模組 120 可包含第一訊號處理模組 121，其執行希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解；以及第二訊號處理模組 122，其執行碎形分析。本實施例中之時頻訊號處理系統 100b 與上述第二實施例之時頻訊號處理系統 100a 所述的相同元件的作動方式相似，故不在此贅述。

【0039】 具體來說，由於在資訊量龐大時，單一處理模組如電腦在執行希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解與碎形分析時可能會花費過多時間進行訊號處理，因此可將其分開為兩步驟給不同處理模組 121 與 122 去執行，而各處理模組可分別針對希爾伯特-黃轉換之經驗模態分解與碎形分析進行最佳化，以提升運算效率。

【0040】 請參閱第 7 圖，其係為本發明之時頻訊號處理系統之第四實施例之方塊圖。其中時頻訊號處理系統 100c 可進一步包含電性連接於訊號處理模組 120，並以預定方式處理碎形維度值訊號與高度尺度參數值訊號之結果且根據處理結果對相對應訊號源之物體執行預定反應之反應模組 140。本實施例中之時頻訊號處理系統 100c 與上述第二實施例之時頻訊號處理系統 100a 所述的相同元件的作動方式相似，故不在此贅述。

【0041】 同前所述，時頻訊號處理系統 100c 可再包含反應模組 140，如前述供油模組，當時頻訊號被處理後發現相對應訊號源之物體或訊號源本身有變化，如前述軸承之摩擦係數上升，供油模組可提供潤滑油給軸承。如此一來，此時頻訊號處理系統 100c 可作為主動式反應系統，不需使用者定時監看便可依接收並處理之訊號執行預定反應，例如應用於機械軸承之主動式供油系統。

【0042】 較佳者，其中反應模組 140 執行預定反應後發送訊號給訊號接收模組 110，使訊號接收模組 110 再從訊號源接收訊號並執行時頻

訊號處理以判斷預定反應之有效性。

【0043】 同前所述，當反應模組 140 執行完預定反應後，訊號接收模組 110 可再一次的從訊號源接收訊號並進行處理，以確認預定反應的有效與否。當發現處理後之碎形維度訊號或高度尺寸參數值回復正常時(如第 3 圖中本發明之時頻訊號處理方法之實施例之碎形維度值回到 1.6 至 1.9 區間)，則判定預定反應有效，否則可再次進行預定反應，或發出訊息通知使用者。

【0044】 以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

【符號說明】

【0045】 S10、S20、S30：步驟

100a、100b、100c：時頻訊號處理系統

110：訊號接收模組

120：訊號處理模組

121：第一訊號處理模組

122：第二訊號處理模組

130：提示模組

140：反應模組