

電子・情報工学専攻		紹介教員氏名	章 忠
申請者氏名	石井 秀明		

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	ウェーブレット変換を用いたステアリングシステムの音源探査法に関する研究
------	-------------------------------------

(要旨 1,200字程度)

近年、地球環境の観点から、自動車の燃費改善は重要である。自動車は100[kg]の軽量化で燃費が約2-3 [%]改善することが知られているが、軽量化を行うことで剛性の低下と振動の発生を引き起こすことが多く、軽量化と静粛化はトレードオフの関係にある。一方、自動車のステアリングシステムにおいて、従来の油圧パワーステアリングから低燃費に貢献する電動パワーステアリング(Electric Power Steering, 以下EPS)の採用が拡大している。同時にそのEPSにおける駆動力の増幅による騒音問題の解決が必要となっている。本論文は、自動車のステアリング騒音問題が発生した際に、短時間でその騒音源を特定する音源探査技術に関する手法の構築と、開発現場で解析結果が得られる解析システムの開発に関する研究アプローチをまとめたものである。

ステアリング騒音で問題となるのは、操舵時に発生する非定常な騒音や悪路走行時に発生するラトル音と呼ばれる衝突音である。このような騒音の場合、連続ウェーブレット変換(Continuous Wavelet Transformation, 以下CWT)による時間・周波数解析が適している。CWTはマザーウェーブレット(Mother Wavelet, 以下MW)と呼ばれる関数を拡大縮小と平行移動をさせ、信号の時間と周波数分解能を両立させた解析が可能となる。また、このCWTを応用したウェーブレット瞬時相関法(Wavelet Instantaneous Correlation, 以下WIC)が開発されている。騒音信号からMWを作成し、時系列の信号の中から騒音の周波数成分の類似性とその時刻歴の情報を有する信号を検出する方法で、ステアリング騒音の音源探査や伝達経路解析に有効であることを確認した。

他方、このCWTはMWのデータ点数が増えると処理時間が増大する問題があった。MWは理論上CWTのみに利用が可能であるが、CWTには一般化された高速計算アルゴリズムが存在しないため、計算速度の向上は困難であり、前述の、開発現場でのリアルタイム解析の要求を満たすことが難しい。本論文はMWに対応するフィルタを離散ウェーブレット変換(Discrete Wavelet Transform, 以下DWT)に寄生させることによって異常信号を高速に検出する高速ウェーブレット瞬時相関(Fast Wavelet Instantaneous Correlation, 以下F-WIC)を提案した。この高速アルゴリズムを汎用計測器に実装することにより、リアルタイムに解析が可能な音源探査システムを開発し、その有効性を確認した。

year month day
2012 12 27

Department	Electronic Information Engineering	ID	
Name	Hideaki Ishii		

Supervisor	Zhong ZHANG
------------	-------------

A b s t r a c t

Title	Research and Development of noise source identification technique in steering system using wavelet analysis
-------	--

In recent years, it is very important to improve the fuel consumption of a car from the viewpoint of global environment problem. It is said that lightness of 100 [kg] vehicle weight contributes to about 2 to 3 percent of fuel consumption of a car, however, it is also known that saving weight makes the rigidity fall and increases the vibration in many cases. Therefore, there is the trade-off between saving weight and quietness of a car.

On the other hand, in a steering system of a car, the adopting to the Electric Power Steering (EPS) system which contributes to low fuel consumption compared to the conventional hydraulic pressure power steering becomes widely used. This thesis summarizes the research of fast sound source identification technique using wavelet and development of the measurement system analyzing on noise problem generated from a steering system in a car. In the case of an unsteady noise such as steering noise and rattle noise, it is very useful to analyze it using the time-frequency analyses, Wavelet Transform (WT).

Since the Continuous Wavelet Transform (CWT) carries out using the function called the Mother Wavelet (MW), it can analyze frequency with time information of the signal. The Wavelet Instantaneous Correlation (WIC) is developed using RMW (Real-signal Mother Wavelet) constructed from an actual noise signal. Applying the detection method of the abnormal signal, it is very useful to identify the sound source and transfer path of steering noises.

There is a demand of real-time analysis of measurements in the field. However, when the data length of CWT or MW are increased, there was a problem of process time for real time analysis. Although MW can be used on CWT theory, since the high speed computational algorithm does not exist in CWT, it is very difficult to improve calculation speed. Authors design the filter for DWT as a function of RMW. The Fast Wavelet Instantaneous Correlation (F-WIC) by the Parasitic Discrete Wavelet Transform (P-DWT) was proposed and this algorithm detects an abnormal signal at high-speed. By adopting this high-speed algorithm in a measuring system, the sound source identification analysis system using F-WIC was developed and the effectiveness was confirmed.