

Department 機械工学専攻	Student ID Number 学籍番号	第 139102 号	Supervisors 指導教員	章 忠 三宅 哲夫
Applicant's name 氏名	白砂 絹和			

Abstract

論文内容の要旨 (博士)

Title of Thesis 博士学位論文名	Gabor wavelet による近似タイトウェーブレットフレームとその音声解析への応用に関する研究 (Study on the approximate tight wavelet frame by Gabor wavelet and its application to sound analysis)
----------------------------	---

(Approx. 800 words)

(要旨 1,200 字程度)

It is well known that wavelet transform is a useful tool to analyze signal in time and frequency domain. In this thesis, subject about continuous wavelet transformation (CWT) is explained. The content is mainly about the theory of Gabor wavelet (GW), which is a type of mother wavelets (MW). The GW is matching for various waveforms because of its shape and characteristics, has excellent simultaneous localization in time and frequency, and is able to analyze a signal with the highest accuracy than the other mother wavelets. Unfortunately, the theory of GW has not been well researched.

The designing tight wavelet frame (TWF) of GW is important to for its discretization. Making it is needed to thin in an excess and deficiency, but until today there don't have been proposed its concretely. In this thesis, it is shown that original GW is generally used for CWT. It is possible to make a practical approximate tight wavelet frame while using for a transform and an inverse transform, and achieves the enough low distortion by appropriate thinning.

In the next, we propose the fast calculation method for a continuous wavelet coefficient using a wavelet having compact support in the frequency domain, and apply it to the continuous wavelet transform using the GW having approximate compact support in the frequency domain. And using this method, to do fast calculation it is thinned in the time domain. But due to been interpolated in the frequency domain, we can analyze in detail by small quantity wavelet coefficients.

Furthermore, in this thesis, we application GW to sound analysis. A novel mother wavelet which is used exclusively for sleep apnea syndrome is designed by using the reorganized GW. The wavelet coefficient from this mother wavelet is capable to distinguish pre sleep apnea syndrome and its carrier with statistical analysis result which is obtained from sleep apnea syndrome typical breath sounds. The diagnostic method proposed in this thesis can distinguish between healthy subject, and subject with pre sleep syndrome pre sleep syndrome as well as its carrier, with one to two hours sound data. As the proposed method only selects typical breath sounds of sleep apnea syndrome, relatively small analysis target data is needed. We expect that (in the near future) the detection of pre sleep syndrome and its carrier could be done via IC recorder or smart phone.

時間・周波数解析におけるウェーブレット変換の有用性は周知である。本論文では、連続ウェーブレット変換 (continuous wavelet transformation: CWT), 特にGabor wavelet (GW) のマザーウェーブレット (mother wavelet: MW) の理論を中心に述べる。

GWはその形状および特性ゆえ、音声・画像の波形とマッチングしやすく、人間の視聴覚との相性が良い。また、時間と周波数を同時に局所解析する精度が、他に提案されるMWの中でも最も高く、とりわけ解析能力に秀でている。しかしながら、GWの理論的な研究はほとんど報告されていない。GWにおける近似タイトウェーブレットフレーム (approximate tight wavelet frame : ATWF) の設計は、CWTの離散化において重要であり、ATWF設計のための間引きには過不足のない適切さが要求される。GWのATWF設計について、今日まで具体的な提案はなく、その間引きは経験法則にもとづいて行われてきた。本論文では、一般的にCWTに使われている本来のGWを、そのまま変換と逆変換に用いて、十分な低歪率を実現しながら、実用的なATWFの構築が可能であることを示し、さらに具体的な提案をする。

次に本論文では、GWを用いたCWTの高速化を提案する。この提案は、適切に設計された周波数領域にコンパクトサポートなウェーブレットを用いることで、CWTの演算量が理論的に削減できることに着目したものである。すなわち、適切に設計された、周波数領域にコンパクトサポートなウェーブレット関数による、時間領域の連続的なウェーブレット係数は、適切な等間隔において離散的にウェーブレット係数を間引いて計算し、さらに適切に設計された補間関数を用いて間引いた間を補間することにより、求めることができる。そして、この原理を応用し、GWを用いたCWTにおける、演算量削減法を提案する。本提案では、高速化のため時間領域に間引きを行うが、周波数領域で適切な保管を施すため、少量の連続ウェーブレット係数で細部の解析が可能となる。

さらに本論文では、GWを応用した音声解析を行う。GWを改良した睡眠時無呼吸症専用 (sleep apnea syndrome : SAS) のMWを設計し、基礎統計解析によるSASの睡眠中の呼吸音の解析と組み合わせ、音声のみを用いたSAS予備群・キャリアの判別の提案法を示す。この提案法は、SAS特有の呼吸音に焦点を当て、解析対象部分をピンポイントで切り出すため、解析に必要な睡眠中の呼吸音は1~2時間程度でよい。そして、呼吸状態をグラフにより視覚化、基礎統計解析を用いて睡眠中の呼吸パターンをクラスタリングし、傾向を分析する。また設計されたMWによる解析は、基礎統計解析では困難な、健康上問題ない者とSAS予備群・キャリアの判別が可能となる。本提案により、ICレコーダやスマートフォンなどによる、簡易的なSASの判別とその予備群の発見に貢献が期待される。