

氏名（本籍）	TIAN YE（中華人民共和国）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第 561号
学位授与日付	令和 元年 12月 31日
専攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	Research on noise reduction based on mode estimation utilizing gaussian property (ガウス性を用いたモード推定に基づく雑音低減に関する研究)
学位論文審査委員	(主査) 教授 速水 悟 (副査) 教授 横田 康成 准教授 志賀 元紀

論文内容の要旨

申請論文は、パワー、もしくは振幅オーダーの信号を信号処理するための有効な要素技術を与えている。信号処理の中でも特に確率過程論は、信号の統計的性質が時刻により変わらない定常性、信号の値が正規分布に従う正規性を仮定して発展してきた。しかし、異常検知などの分野でしばしば課題となるような、信号のパワーが時間的に変化する様子を調べる場合などでは、定常性も正規性も仮定できないことが多く、有効な手法の開発が望まれている。

パワー、もしくは振幅オーダーの信号は非負となるため明らかに正規性を持たない。しかし、元の実、もしくは複素信号が正規性を持つならば、そのパワーは、自由度が1、あるいは2の χ^2 乗分布になる。参考文献1では、このパワーを適当なべき乗根変換すると、その確率密度分布が正規分布で近似でき、従来の正規性を仮定した多くの確率過程論を適用できることを示した。

本申請論文第2章では、参考文献1の理論を応用し、音声信号において音声の明瞭化のため、エアコンの音などの背景雑音を除去する手法を提案した。背景雑音の除去では、背景雑音のパワースペクトル密度を知ることが不可欠となるが、本論文では、まず、エアコンのファンの音などの多くの背景雑音のパワーは、べき乗根変換すると正規性を持つようになることを示した。さらに、べき乗根変換により正規分布化したことにより、背景雑音のパワーを、多重正規分布モデルを仮定してEMアルゴリズムにより容易に推定する方法を提案した。この場合、スーパーガウシアン分布に従う音声信号のパワーもまた正規分布化されることが必要であるが、やはりべき乗根変換により、正規分布に近似できることを合わせて示している。

第3章では、第2章で述べたべき乗根変換により、目的の信号が正規分布化されたとしても、その他の混合している信号が正規分布化されていない場合を対象としている。こうした場合、混合正規分布モデルを仮定できないため、カーネル法などにより確率密度分布を推定することが基本となる。しかし、主クラスタを形成する目的の信号は正規分布化されているため、正規分布化された主クラスタのみを推定すればよいことになる。そこで、本論文では、窓幅を調整する平均変位法により主クラスタの平均と分散を容易に推定する手法を提案している。さらに、この手法は多次元データに対しても拡張されている。

論文審査結果の要旨

本論文は、スーパーガウシアン分布に従う確率過程を扱う要素技術を提案したものである。その成果の主要な点は以下のとおりである。

- (1) 音声や背景雑音など音声信号処理などで頻出する信号の多くがべき乗根変換により正規分布で近似されることを示した。
- (2) こうした信号をべき乗根変換することにより、正規性を持つ信号として扱うことが可能になり、背景雑音を除去した音声強調に利用できることを示した。
- (3) 背景雑音のみが正規分布化できれば、提案した窓幅を調整する平均変位法によりそのパワーなどを容易に推定できることを示した。

(4) 一般的な多次元データにおいて、正規分布に従う主クラスタの検出法に拡張・一般化して提案した。

本論文の主たる部分および成果に関連する部分は査読付きの論文として発表されていることを確認した。特に主たる部分は、第1著者として2編の査読付き学術誌(Journal)として発表されている。以上から、本論文は博士(工学)の学術論文として価値あるものと認められる。

最終試験結果の要旨

令和元年11月12日に学術論文公聴会を開催し、質疑・討論を行った。また、その終了後に、主査・副査2名出席のもとで、口頭試問を行い、これを最終試験とした。その結果、論文提出者が博士(工学)の取得に必要な学力を有していることを確認できたので、最終試験に合格とした。

発表論文(論文名, 著者, 掲載誌名, 巻号, ページ)

1. Noise estimation for speech enhancement based on quasi-Gaussian distributed power spectrum series by radical root transformation, Tian Ye, Yasunari Yokota, IEICE Trans. Fundamental Electron. Communication and Computer Science, Vol.E100-A, No.6, pp.1306-1314, 2017.
2. Estimating the Major Cluster by Mean-Shift with Updating Kernel, Tian Ye, Yasunari Yokota, MDPI, Mathematics, Vol.7, No.9, Paper ID.771, pp.1-25, 2019.

参考論文(論文名, 著者, 掲載誌名, 巻号, ページ)

1. Quasi-gaussian distributed power spectrum series by radical root transform and application to robust power spectrum density estimation against for sudden noise, Yasunari Yokota, Tian Ye, IEICE Trans. Fundamental Electron. Communication and Computer Science (Jpn. Ed.), Vol.J99-A, No.3, pp.149-158, 2016.