

論文審査の要旨および担当者

報告番号	甲 第 号	氏 名	呉 楠 (ウー ナン)
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学大学院 教授 Ph.D. 春山真一郎			
副査 慶應義塾大学大学院 教授 博士（工学）小木哲朗			
副査 静岡大学 電子工学研究所 教授 博士（工学）香川景一郎			
副査 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科情報科学領域 准教授 博士（工学）内山英昭			
<p>(論文審査の要旨) (内容の要旨)</p> <p>呉楠君の学位請求論文は、“Real-time Acoustic Vibration Detection and Recovery Method by Performing High-speed Image Processing on Laser Speckle Images” と題し、レーザースペckル画像を用いた新しい光学式音声信号計測方式を提案した。この計測方式を応用すると、例えば、大人数の会議場で特定の人の音声のみを選択的にピックアップしたり、数十メートルの離れた人の声を高感度で検出したりするシステムを実現することが出来る。</p> <p>従来のマイクロフォンは、複数の音源信号の混信を回避することが難しく、また、遠方の対象物の音を捉えることも難しい。一方、光学式音声信号計測方式では、従来のマイクロフォンとは異なり、複数の音源信号の混信を回避することが可能であり、さらに、光学式では測定距離範囲が広いため、遠方の対象物の音を捉えることが可能である。複数の方式が提案されている光学式音声信号計測方式のうち、レーザースペckル画像を処理する方法は、測定精度が高い、検出距離が長い、暗い環境でも動作する、などの特徴がある。しかし、従来のレーザースペckル画像処理方式では、大量の画像処理に時間がかかるためリアルタイム処理をすることが出来なかった。</p> <p>本論文は高速で高精度な画像処理を提案し、その結果リアルタイム処理が可能となった。また本論文では2次元画像を用いた方法および1次元画像を用いた方法の両方を提案しているが、1次元画像を用いた方法は、2次元画像を用いた方法よりもさらに高速で高品質な音声検出をすることが可能となった。具体的には、1次元画像を用いた方法で、毎秒2万サンプルのサンプリングレートで音声信号を高速処理することが出来るようになったため、音声信号をリアルタイムで高品質に再構成することが出来た。</p> <p>博士論文は以下の6章で構成されている。</p> <p>第1章では、本論文の研究背景と、光学式音声信号計測方式に関するこれまでの研究について説明したのち、本論文が提案するレーザースペckル画像を用いた高速な計測法の利点を簡単に紹介した。</p> <p>第2章では、スペckルを用いた音声検出の光学的な原理を紹介した。まずスペckルの原因を説明し、次にスペckル画像の様々な特性について説明した後、デフォーカスイメージングにおけるスペckル画像の特性と運動モデルを紹介し、最後に、実験を行って理論の妥当性を確認した。</p> <p>第3章では、スペckルを用いた音声検出の後工程、すなわち、スペckル画像の変位をどのように解析するかを紹介した。まず、従来のスペckル撮影におけるスペckルの変位の判定方法を紹介し、次に、デジタル画像の画像変位の解析アルゴリズムとして、DIC (Digital Image Correlation、デジタル画像相関) アルゴリズム、特徴量アルゴリズム、オプティカルフローアルゴリズムを紹介した。それぞれの特徴を比較した結果、オプティカルフローアルゴリズムが、小変位画像の高速・高精度処理というスペckルセンシング処理のニーズを満たすものであることを示した。</p> <p>第4章と第5章が、本論文のオリジナルな計測法の提案である。第4章では、まず、2次元レーザースペckル画像の処理方法を紹介し、その実験を行うことで提案方法が様々な状況下で音声信号を再生する効率的な方法であることを示した。提案方法の主な特徴は、リアルタイム音声信号再生と、これまで実現されていなかった複数の音源信号の混信回避が可能なことである。第4章の成果は、学会論文1編とジャーナル論文1編として出版された。</p> <p>第5章では、1次元レーザースペckル画像の高速な動き推定法を提案し、その実時間音声信号検出システムへの応用を示した。本章の主な貢献は、1次元スペckル画像の高速な変位推定アルゴリズムである。これにより、提案方式は毎秒2万サンプルのサンプリングレートで高速処理を達成することができた。その実験を行った結果、提案方法が人の声等の抽出に有効であることを示した。本章で提案した1次元レーザースペckル画像の高速な動き推定法は、音声信号の取得や産業機器の高周波振動モニタリングなど、幅広い応用が期待できる。第5章の成果は、学会論文1編とジャーナル論文1編として出版された。</p> <p>第6章では、本論文の成果をまとめ、その実用性や限界等について検討し、将来の研究のアイデアを概説した。</p> <p>以上の研究を通じて、呉楠君には音声を検出する画期的な方式について自ら提案し、そのシステムを検証する能力があることが証明された。また、呉楠君は、光学式音声信号計測方式の分野において、従来難しかったリアルタイム処理を可能とする新しい方式を提案し、その実用性を示すことが出来たので、システムエンジニアリング学に寄与するところが大きい。以上をもとに、審査では、主査、副査の全員一致で学位審査の合格を確認した。従って、呉楠君は博士（システムエンジニアリング学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			