

Title	音響信号処理とその応用
Author(s)	今井, 正和
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/76
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	いま 井 まさ かず 今 井 正 和
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 7 4 4 号
学位授与の日付	昭 和 62 年 3 月 26 日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	音響信号処理とその応用
論文審査委員	(主査) 教 授 井 口 征 士 (副査) 教 授 辻 三 郎 教 授 須 田 信 英 教 授 豊 田 順 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、筆者が大阪大学基礎工学部、大阪大学大学院基礎工学研究科に在学中に行った音響信号処理とその応用に関する研究をまとめたものである。論文は第 1 部複素スペクトルを用いた周波数同定法と第 2 部音響信号処理技術の検査工程への応用からなっている。

第 1 部複素スペクトルを用いた周波数同定法では、まず単一周波数を持つ周期信号をフーリエ変換して求められる複素スペクトルが持つ性質を明らかにしている。この性質を用いて、信号の周波数だけでなく、その位相、振幅も精度よく同定する複素スペクトルを用いた内挿法を示している。この方法は計算量が少なく、同定精度もよい結果が得られた。さらに、二つの周波数を含む信号で、その周波数差が接近しているためスペクトルピークが一つしか観測されないような場合の周波数、振幅、位相の同定法を二つ提案している。一つは単一周波数成分の同定法を応用した単位ベクトル回転法であり、もう一つは代数的モデルを観測されたスペクトルにフィッティングさせるフィッティング法である。単位ベクトル回転法は計算量が多いが同定精度がよく、フィッティング法は単位ベクトル回転法に比べて同定精度は劣るが、必要とする計算量は少ないことを明らかにしている。次に、信号から求めたスペクトルのピークが一つの周波数成分で構成されているのか二つの周波数成分で構成されているのかを判定する二つの方法を示している。一つは複素スペクトルの逆数の 1 次近似誤差を用いる方法であり、もう一つはピークにおける複素スペクトルの位相情報を用いる方法である。また、同定精度を向上させるため、干渉を与える周波数成分を除去する二つの方法を提案している。一つは信号波形に操作を加える特定の周波数成分について位相が反転した波形を作成し加算する方法であり、もう一つは特定の周波数成分の複素スペクトルをスペクトル面上で除去する方法である。いずれの方法でも干渉を除去することにより同定精

度が2桁程度改善された。第1部の最後では、複素スペクトルの内挿法の音楽情報処理への応用について示している。音楽情報処理において十分な精度を持つとされているFFTを用いた位相補正法と比較することによって、複素スペクトルの内挿法の有効性を明らかにしている。

本論文の第2部音響信号処理技術の検査工程への応用では、具体例としてスピーカの音感検査の自動化、圧縮機の異音検査、清酒醸酵プロセスのモニタリングをとりあげ、検査工程への音響信号処理技術の応用について述べている。まず、スピーカの音感検査の自動化について取り扱っている。この検査を行うには熟練を要し、その環境は音圧の大きい掃引音を繰り返し聴取するため好ましいものではない。大量に生産される多品種のスピーカ音感検査工程の自動化が、スピーカの低域共振周波数による駆動音のスペクトルをパターンベクトルとした学習によって可能であることを明らかにした。さらに、現在人間の聴覚に頼っている冷房機用ロータリ型圧縮機の運転検査におけるアコースティックインスペクションについて述べている。この検査は、圧縮機を運転した際に発生する音に基づいて、正常、異常の判定を行うものである。圧縮機が発する音響信号を計算機に入力し、時間領域的手法により正常品と異常品の識別が行えることを示した。検査対象とした異常品には人間では判別できないような異常も含まれている。最後に、清酒の製造は、昔からの杜氏と呼ばれる職人が長年の経験と勘を頼りとして行われており、醸酵工程の管理は大きな問題である。醸酵の進行状況を直接的に示し、かつオンライン計測可能な計測量を用いた制御が望まれている。清酒の醸酵過程で発せられる音のスペクトルをK-L変換による主因子分析により醸酵プロセスのモニタリングの可能性を示した。

論文の審査結果の要旨

本研究はデジタル信号処理技術を用いた音響信号処理とその応用に関して実験検証的に述べたものである。

第一部の複素スペクトルを用いた周波数同定法では、周期波形のピッチ抽出を高い精度で実現する方法を提案している。本来周波数同定の分解能は観測区間幅の逆数に比例するため、短時間スペクトルから高い精度で周波数同定を行うことが困難であった。本研究では、複素スペクトルの位相特性を利用して、離散的スペクトル成分の内挿を行うことにより、周波数、位相、振幅の計測精度の向上を図っている。さらに、2つの周期信号の周波数が近接している場合にも分離同定が可能になる方法を提案し、その有効性を確かめている。

第二部では、音響信号処理技術の検査工程への応用について述べている。近年、生産工程の自動化などを目的に、各種診断技術が注目されているが、ここではスピーカの異音検査、ロータリ型圧縮機の運転検査、清酒醸酵工程におけるモニタリングの3つの応用について述べている。スピーカ生産ラインの音響検査を自動化するために低域共振周波数駆動による分析を行い、良好な結果を得ている。コンプレッサの回転音検査ではプレートとびなどの分類を可能にしている。また清酒醸酵工程のモニタリングでは醸酵工程で出る音響の主因子分析から醸酵の進行状況が監視可能であることを示している。以上の

ように、本論文は音響信号処理の応用に新しい知見を与えるものであり、学位論文として価値あるものと認める。