

氏名（本籍）	森 勢 将 雅（北海道）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲 第 2 4 号
学位授与日付	平成 2 0 年 3 月 2 5 日
専攻	システム工学専攻
学位論文題目	高品質音声分析合成を目的とした音響パラメタ推定の研究
学位論文審査委員	（主査）教授 河原 英 紀 （副査）教授 和 田 俊 和 教授 入 野 俊 夫

論文内容の要旨

本論文は、人間の音声から高品質音声分析合成に必要な音響パラメタを推定する方法を提案し、その有効性について論じたものである。本論文で提案した方法を用いて得られた音響パラメタを用いることで、元音声とほぼ等価な品質の音声合成が行えるようになる。本論文は全6章で構成されている。それぞれの内容・成果を以下に示す。

第1章

本研究を行う背景を説明し、従来法と提案法との位置付けを行った。デジタル信号処理におけるパワースペクトル推定法を出発点とし、従来から行われてきたパワースペクトル推定法とその問題点を説明した。有声音のように、周期を有する信号におけるパワースペクトル推定における生じる問題について述べ、提案法は周期性を有する信号の周期性に着目したパワースペクトル推定法であるという位置づけを行った。また、音声に含まれる音響パラメタから、高品質音声分析合成に必要な音響パラメタ、不要な音響パラメタを示した。本論文は、音声のパワースペクトル推定法、口元から観測点までの伝達関数推定法の提案と評価について論じることを示した。

第2章

高品質な音声分析合成システムの構築を目的として、音声スペクトルから分析時刻に依存せずスペクトル包絡を推定できる方法 TANDEM の提案を行った。まず、周期信号のパワースペクトル推定における問題点であるスペクトルの干渉について示した。従来法であるピッチ同期分析では干渉による影響が取り除けないこと、STRAIGHT では、スペクトルの干渉を低減できるが、周波数分解能が低下するという問題点を示した。本論文で提案する TANDEM では、これらの問題点が解決できることを明らかにした。

計算機シミュレーションにより TANDEM とピッチ同期分析、STRAIGHT の比較を行った。シミュレーション結果より、TANDEM により得られるパワースペクトルが最も干渉に影響されにくく、時間分解能、耐雑音性の観点においても優れていることを明らかにした。また、TANDEM に用いる窓はサイドローブの小さい Blackman 窓や Nuttall 窓が良いことも明らかとなった。

第3章

音声の口元から観測点における伝達関数を推定するための枠組みを提案し評価を行った。はじめに、クロススペクトル法を用いた伝達関数の推定法について説明した。クロススペクトル法を応用することで、音声の口元から観測点までの伝達関数を推定できることを示した。実環境で口元から耳元までの伝達関数を同一条件で 186 回測定し、周波数毎の標準偏差を調べた。その結果、10 kHz 以上において標準偏差が大きいことが明らかとなった。

高域の SNR 向上を目的とし、インパルス応答から時間周波数領域で必要な成分のみ取り出す方法の検討を行った。具体的には、時間軸の非線形伸縮と低域通過フィルタを組み合わせることで、インパルス応答の時間周波数表現から、不要な成分を取り除く方法を提案した。無響室で行われた伝達特性推定実験結果に提案法を適用することで、パワースペクトルで重み付けした群遅延に関して標準偏差が処理前の 33% 程度まで減少できることを示した。一方振幅周波数特性に関しても群遅延よりは効果が少ないが標準偏差が減少することを明らかにした。

第4章

クロススペクトル法に基づくインパルス応答推定に適した窓関数の選定について検討を行った。クロススペクトル法では入力信号をホワイトノイズとした場合について検討が進められていた。しかし、第3章で提案した音声の伝達関数

の推定法では、音声そのものを用いる必要があった。ホワイトノイズを測定用信号とした場合に推定誤差がもっとも少ない窓関数は提案されているが、音声のように周期的でスペクトルも平坦ではない信号に適した窓関数の検討はされていなかった。そこで、ホワイトノイズにおいて行われた推定誤差を求める計算機シミュレーションを、音声を含めパワースペクトルに様々な特徴をもつ信号について行った。シミュレーション結果より、窓関数の優劣は入力信号の狭い帯域におけるダイナミックレンジにあること、音声のようにダイナミックレンジが大きい信号を用いて伝達関数の推定を行う場合、サイドローブの小さいHanning窓やBlackman窓の推定誤差が小さいことを明らかにした。

第5章

音響機器から放射される音のインパルス応答測定を目的とし、測定環境に依存せず高いSNRでインパルス応答が測定可能な測定用信号について検討を行った。まず、従来行われているインパルス応答測定法について説明を行い、それぞれの長所・短所を示した。高いSNRで測定を行うためには、測定環境の暗騒音を予め測定し、その上で測定環境に適した信号を選択しなければならないことを示した。

これらの要望を満たすため、測定環境の暗騒音を入力することで、その環境に適した信号を設計できる測定用信号Warped-TSPの提案を行った。暗騒音の特性が異なる2つの環境でWarped-TSPと従来法の比較実験を行った。実験の結果、Warped-TSPは、どちらの環境においても従来法より高いSNRでインパルス応答を測定できることが明らかとなった。

第6章

本論文で得られた成果と、本論文のまとめ、今後の課題を示した。

論文審査結果の要旨

本論文は、音声分析合成系において必要とされる周期信号のスペクトル推定における新しい方法の提案および評価を中核として、さらにその周辺技術である伝達特性の推定法および新しい測定用信号の提案および評価までも含むものであり、その独創性、信頼性、有効性の全ての側面において高く評価できるものである。本論文に含まれる研究成果の大半は、既に多数の学術論文および全文査読の国際会議資料として刊行されるとともに、特許としても出願されており、第三者による客観的な評価を得ている。本論文の中核である周期信号に特化したスペクトル推定法TANDEMは、主査により10年前に開発され、現在もなお最も優れた音声分析変換合成方式として内外の研究機関において用いられているSTRAIGHTの基礎となるアルゴリズムを、根本的に置き換えるものでもある。申請者は、それらのアルゴリズムを実際の音声処理および音響システムの測定と制御のために利用できる、複数の言語による実装にまで仕上げている。本論文は、2年間という短期間で生み出されたものではあるが、内容は抜群のレベルにある。これらに鑑み、本論文を、博士号を授与するに値する優れた論文であると評価する。

最終試験結果の要旨

審査委員会は、本論文の公聴会を平成20年1月30日に開催し、申請者の学識ならびに諸能力および見識が、博士号を授与するにふさわしいものであるかを見極めるため、発表の方法と内容の観察、発表に関する質疑、引き続き口頭試問などによる最終試験を実施した。その結果、申請者は、研究内容およびその背景となる先行研究・基礎理論についての十分な学識を有するとともに、それらを明瞭にかつ平易に説明する能力を有すること、優れた研究者に必要な研究の勘と研究者の役割についての高い見識を有していることを確認した。これらに鑑み、申請者を、博士号を授与されるに値する優れた人物であると評価する。