

氏名（本籍）	ふくい かずとし 福井 和敏（茨城県）
学位の種類	博士（情報科学）
学位記番号	甲第119号
学位授与年月日	平成28年3月23日
学位授与の要件	広島市立大学大学院学則第36条第2項及び広島市立大学学位規程第3条第2項の規定による
学位論文題目	Study of Sound Clarity Method for People with Speech-Disordered Support System 発生機能障害者支援システムのための音声明瞭化手法の検討
論文審査委員	主査 教授 石光俊介 副査 教授 小林康秀 副査 教授 藤坂尚登

## 論文内容の要旨

世界的に少子高齢化が進む中で、特に高齢者において口腔および咽頭癌に罹患する人が増加している。これらの病気により発声機能を失った場合は代用発声法を習得することで機能を補うことができるが、例えば食道発声法の場合、発声音の音量不足、雑音混入、習得が難しい等の欠点がある。その他、音声障害者向けの支援ツールとして音声出力型コミュニケーションエイド（Voice Output Communication Aid, VOCA）があり、多くの製品が実用化されている。VOCAでは言語情報は正確に伝達されるが、利用者の年齢やなまり、発話の癖などの非言語情報を表すことができない。また、障害者が発声機能を失う前の声を再現する先行研究では、障害者の健常な音声を元にモデルを作成するため、事前に大量学習しなければならないという課題がある。

このような背景から、事前学習を必要とせず、障害者の障害以前の肉声を再現できる発声機能障害者支援システムが最も有効な支援システムであると考えられる。

我々は発声時に体の中を伝達するため外乱の影響を受けにくい体内伝導音（Body Conducted Sound, BCS）を利用した発声機能障害者支援システムを開発している。本研究では、体内伝導音声の明瞭化手法を提案し、さらにその評価法を確立することを目的とする。当研究室の先行研究では声帯から口唇までの伝達関数をクロススペクトル法によって推定していたが、その有効性を確認することができなかった。そこで本研究では新たに音声生成の仕組みに注目し、線形予測係数（Linear Predictive Coefficient, LPC）を用いて推定した伝達関数による音声合成手法を検討した。

検討の結果、本システムでLPCにより生成した合成音声は本来欠落している高域部分を回復することができ、さらに区間推定が正しくできた場合は認識率が健常者気道音声とほぼ同等になることが確認できた。また、連続サブワード認識（Continuous Sub-word Recognition, CSR）による自動区間推定で生成した合成音声も認識率が60%以上まで改善され、区間推定自動化の可能性も確認できた。

LPCにより生成した合成音声を評価するために聴取実験および調音素性分析の二つの主観評価を行った。母音については障害者原音声で多数生じていた混同が、合成音声で無くなっていた。また、子音については合成音声障害者原音声よりも調音素性の伝達率は低いものの、聴取実験の正答数は多いという結果になった。

このことから、本システムで作成した合成音声は本来、原音声に含まれていない調音情報を再現でき、明瞭性の向上した合成音になっていることを確認できた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、体内伝導音を利用した発声機能障がい者支援システムにおける体内伝導音声の明瞭化手法およびその評価法を提案している。発声機能障がい者支援システムは咽頭癌や喉頭癌による声帯摘出や交通事故などにより発声機能を損傷した障がい者の皮膚の振動から障がい前の音声を実時間で発声に同期して合成するシステムである。そのシステムにおける先行研究では声帯から口唇までの伝達関数をクロススペクトル法によって推定していた。しかし、伝達関数が十分に推定できない問題があったため、本論文では新たに音声生成の仕組みに注目し、線形予測係数を用いて推定した伝達関数による音声合成手法を検討している。その検討の結果、本システムで生成した合成音声は障害により欠落した音声情報が回復できることを音声認識、聴音実験、調音素性分析の観点から明らかにしている。また、実際に発声障がい者や言語聴覚士にも評価頂き、その有効性を確認している。来たる超高齢化社会にも有効な技術開発であり、その応用の有用性からも優れた論文と判断できる。以上により博士論文としては十分な内容であると判断された。本論文の主な成果は、日本感性工学会論文誌、ICIC Express Letters, International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processingに3件論文発表したほか、査読付き国際会議5件および英国王立医学会での講演などにも公表済みである。この成果について博士学位論文発表会（公聴会）において、論文発表後の質疑応答および審査委員会による基礎知識に関する試問を行った結果、各質問に対して申請者からの確かつ明快な回答がなされた。また、英語で記述した論文を公表するとともに、国際会議においても多くの発表実績もあり、高い水準の外国語能力を有していると判断できた。以上、論文発表および試問の結果を総合判断し、申請者は博士（情報科学）の学位を取得するに値する十分な専門知識と資格を有していると認め、審査委員会は試験・試問の結果を合格と判断した。