

審査の結果の要旨

氏名 禰寝義人

近年の高齢化社会の進展に伴い老人性難聴者の増加が予想される。一般に難聴者においては、発話者が「ゆっくり」話せば正しく聞き取りやすくなることが経験的に知られている。しかし話速をその場で変換して聞くことができる補聴装置はこれまで製品化されていなかった。本論文は、発話者の声質を殆ど変えずに音声の速度のみを実時間で遅くすることが可能な携帯型の話速変換装置の提案と、聴覚障害者の音声聴取補助に対して話速変換を適用したときの効果について評価している。

本論文は6章から構成されている。まず第1章では、本研究の動機、目的、および位置付けを示している。本研究の第1の目的は、音声の速度だけをリアルタイム変換する機能を有する携帯型補聴装置の実現性を示すことにある。本研究の第2の目的は、話速変換を聴覚障害者の音声聴取に適用した場合の有効性を評価することにある。

次に第2章では研究の背景として、高齢難聴者に多い感音性難聴の基本特性と従来研究について論じている。従来のデジタル補聴器との比較を通じて、話速変換は従来の補聴技術に替わるものではなく、従来の補聴器用の音声処理と組み合わせることによって、これまで以上の補聴効果が得られる可能性があることを論じている。

次に第3章では、提案する携帯型話速変換装置に関して述べている。ここでは信号処理プロセッサ1つで実行可能な軽量な話速変換処理アルゴリズムを提案すると共に、装置の小型化/省電力化に向けた工夫を行い、これらを用いたプロトタイプ開発および製品化を行うことで、本装置が適正なサイズ/コストで実現可能であることを実証している。また話速変換によって生じる時間遅れを取扱うための工夫として、音声の無音区間を加工して時間遅れを低減する方式や、話速変換動作を対話的に制御する新しいユーザインタフェースを提案している。

次に第4章では、難聴シミュレーションを用いた話速変換の効果の評価について論じている。難聴シミュレーションとは、難聴の生理学的および心理学的知見を基に、難聴者の聴感上で観測される事象を計算機上のプログラムで模擬し、このプログラムによって加工処理された音声を健聴者に聞かせることで、難聴者と同じ音声聴取特性を再現する心理物理実験手法である。本章では、まず感音性難聴に多く見られる「ラウドネスリクルートメント」と「周波数分解能の劣化」の2つの特性を同時に模擬するためのシミュレーションの高度化について論じている。これらの両特性を同時に加味することで、様々なタイプの難聴者の音声聴取特性を模擬することが可能となることを、健聴者を用いた実験により裏付けている。次にこの難聴シミュレーションを用いた話速変換の評価方法を示している。難聴シミュレーションが模擬する上記2つの特性は、聴覚系の末梢に分類される「内耳」の特性劣化に起因するので、聴覚末梢系障害を想定したシミュレーションとなる。評価結果

から、難聴シミュレーションによる模擬難聴者の場合には話速変換による音声聴取能力の向上は観測されず、聴覚末梢機能だけが劣化した難聴者には話速変換の有効性は期待できないことを示している。

次に第5章では、実際の聴覚障害者による話速変換の評価について論じている。高齢難聴者による評価実験では、単語の聞き取りでは話速変換の効果は認められないものの、文章の聞き取りでは一部の被験者に対して音声聴取能力の大幅な向上が認められることを示している。さらに各被験者の聴覚時間分解能との相関を調べることで、聴覚時間分解能の低い被験者ほど効果が高いことを明らかにしている。次に、聴覚末梢系より高次の聴神経を電気刺激して音声情報を中枢へ送る方式である「人工内耳」に着目し、人工内耳装着者による評価実験を行っている。その結果、全ての被験者に対して効果があることを明らかにし、話速変換は末梢よりも上位に存在する音声言語処理機能を補助している可能性を示している。

最後に第6章では、本研究の結論と今後の課題について論じている。第4章および第5章の結果から、話速変換は一部の高齢難聴者および人工内耳装着者に有効であること、さらには聴覚末梢障害だけの難聴者には効果が期待できず、より高次の音声言語処理機能の補助が必要な難聴者に有効であることが議論されている。また今後の課題として、変換音質の向上や装置の使い勝手の改良、および失語症訓練等の話速変換の新しい活用方法に関する展望が議論されている。

以上のように本論文では、携帯型話速変換装置の製品化を通じて、従来にない新しい補聴方式を実用化すると共に、末梢系難聴シミュレーションと高齢難聴者および人工内耳装着者による聞き取り能力を調べ、本方式がどのような難聴に対して有効であるかを明らかにしている。超高齢化社会・高度情報化社会に向けて必須となる情報バリアフリー支援に活かされることが期待されており、その社会的意義を示すことができたという点で大きな功績がある。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。