

審査の結果の要旨

氏名 橋場 参生

本論文は、喉頭癌等の理由によって発声機能に障害を負い、音声によるコミュニケーションが困難となった人々のための発声支援機器「電気式人工喉頭」に関する研究について述べている。特に、抑揚を制御できる電気式人工喉頭を製品化に導いた過程と、その評価の結果について論じている。その評価結果に基づき、使用中に両手や姿勢が制約されることが無く、抑揚のある自然な声で、意図した時に直ちに発声できるウェアラブル人工喉頭を研究開発し、実用化した装置について論じている。

具体的には、第一段階として、従来の電気式人工喉頭の音質改善等に関する基礎研究を行い、第二段階として、抑揚のついた自然な音声で会話ができる把持式人工喉頭の研究開発に取り組んでいる。この研究成果は、1998年に国産初の電気式人工喉頭として製品化され、2006年までに約3,800台が普及するに至っている。また、ユーザである喉頭摘出者を対象とした調査・分析により製品を評価し、より使い勝手の良い電気式人工喉頭を実現するためには、ハンズフリー操作の実現や、抑揚制御に必要な呼気センサの高感度化が課題となることを指摘している。

次に、第三段階として、電気式人工喉頭のウェアラブル化に取り組み、薄型振動子を熱可塑性樹脂で頸部に固定する方式により、ハンズフリー操作を可能にしたウェアラブル人工喉頭の試作器を研究開発している。また、喉頭摘出者による発声試験や操作試験を通じて試作器の有用性を論じている。

研究の最終段階として、手を一切使わずに振動子のオン・オフと抑揚制御機能を可能にするための高感度呼気センサの研究開発に取り組み、その成果を上記試作器に適用し、意図したときに直ちに発声できる呼気制御型ウェアラブル人工喉頭の実用化を達成している。

また、本研究から派生した課題として、音声器官を制御することが困難な構音障害者のための音声生成インタフェースについても基礎研究を行い、より多くの発声障害者を支援する新しい技術に関しても研究の道筋をつけている。

本論文は全体で1章から10章で構成されており、第1章では、本研究の背景と目的について述べている。

第2章では、まず、ヒトの発声器官の仕組みや喉頭摘出によって生じる発声障害について述べ、次に、喉頭摘出者の種々の代用発声法を整理し、電気式人工喉頭の現状や課題についてまとめている。また、電気式人工喉頭のウェアラブル化に関連する従来研究を整理し、その中での本研究の位置づけを明確にしている。

第3章では、これまでの基礎研究の経過についてまとめると共に、喉頭摘出者が望む電気式人工喉頭の改善点について、独自に調査・分析した結果について述べている。

第4章では、電気式人工喉頭の実用化に欠かせない振動子や制御回路等の研究開発に取り組み、基盤技術の確立を図っている。また、人工喉頭音声の不自然さを解消するため、基礎研究で有効性が確認された抑揚制御手法を具体化している。さらに、国産の電気式人工喉頭を待ち望むユーザの要望に早期に応えるために、抑揚制御機能を備えた把持式人工喉頭の実用化に取り組み、その製品化を果たしている。

第5章では、ユーザへのアンケート調査を通じて、製品化した抑揚制御型電気式人工喉頭の評価を行い、さらに解決が必要な課題の抽出を行っている。また、評価により明らかになった抑揚制御機能の改良点等について考察し、その結果をウェアラブル人工喉頭の研究開発へと反映させている。

第6章では、前章までの成果をさらに発展させることにより、会話中も両手が自由に使える電気式人工喉頭の研究に取り組み、薄型振動子とその装着具、小型無線スイッチ、コントローラから構成されるウェアラブル人工喉頭の第一次試作器を開発している。また、喉頭摘出者を被験者として発声試験や操作試験を実施し、その有用性と問題点を明らかにしている。

第7章では、手を使わずに抑揚制御機能を利用できるようにするための高感度呼吸センサの研究に取り組んでいる。さらに、第6章の成果と組み合わせることによって、手による操作を全く必要とせず、より自然な音声で、意図したときに直ちに発声できる呼吸制御型ウェアラブル人工喉頭の実用化を達成している。

第8章では、課題と展望として、ウェアラブル人工喉頭の製品化に向けた今後の取り組みについて述べ、さらに、残された課題やその解決方向などについて考察を行っている。また、本研究から派生した新たな研究課題として、口腔や舌などの構音器官の機能を代行する音声生成インタフェースについての基礎研究と試作を行っている。

第9章では、これまで国内に存在しなかった電気式人工喉頭という福祉機器が基礎から実用に至るまでの過程において産学官が果たした役割についてまとめている。とくに、製品化する上で考慮すべき市場性、流通形態、公的支援、アフターケアなどを考察している。

第10章では、結論として本研究の内容をまとめている。

以上のように、本論文では、喉頭摘出者に自然な音声コミュニケーション手段を提供することを目標として研究開発に取り組み、会話中に両手や姿勢が制約されることなく、抑揚のある自然な声で発声できるウェアラブル人工喉頭を実用化している。本研究は、喉頭摘出者の社会復帰を支援する上で多大な貢献をなすとともに、音声に関する福祉工学、音響工学に資するところが大きい。

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。