

## 論文内容の要旨

博士論文題目 Speaking-Aid Systems Using Statistical Voice Conversion  
for Electrolaryngeal Speech

(電気音声に対する統計的声質変換を用いた発声支援システム)

氏名 中村 圭吾

(論文内容の要旨)

事故や病気等の理由により声帯を失った喉頭摘出者は、声帯振動による音源生成が不可能であるため、調音機能に問題はなくとも、発声が困難となる。電気式人工喉頭は、喉頭摘出者の発声を補助する代表的な音源生成代替手段の一つであり、使用が容易であるため、広く用いられている。ただし、電気式人工喉頭を用いて発声される電気音声は、声質が機械的であり、抑揚も乏しいため、健常者音声と比べて自然性が低い。また、電気式人工喉頭は十分な音量で音源信号を出力する必要があるため、音源信号の周囲への音漏れは原理的に避けることが困難な問題であり、円滑な音声コミュニケーションを妨げる要因となる。

本論文では、統計的声質変換技術を応用することで、電気音声の自然性改善と、静寂性に優れた音源信号の使用を可能とする発声支援システムの原理構築に取り組んでいる。まず、電気式人工喉頭を用いた電気音声に対して、より自然な声質及び抑揚を持った音声へと変換するために、健常者のささやき声および通常音声への変換技術を実現した。また、通常音声への変換においては、呼吸センサーによる音源信号の基本周波数制御と、健常者の基本周波数パターンへの変換技術を組み合わせることで、喉頭摘出者による基本周波数制御を補助する技術を構築した。次に、音源信号の音漏れを緩和するために、微弱な音源信号の生成、非可聴つぶやきマイクロフォンによる微弱な電気音声の採取、ささやき声／通常音声への変換、といった要素技術を統合することで、静寂性に優れた発声支援システムの枠組みを提案した。喉頭摘出者による電気音声を用いて上記提案技術を実験的に評価することで、その高い有効性を示した。

以上のシステム原理提案およびその実験的検証により、喉頭摘出者の音声コミュニケーションをより円滑にするための発声支援技術の実現が示された。

(論文審査結果の要旨)

我々の生活において音声コミュニケーションは非常に重要であり、発声障害者に対する発声支援技術の開発は、社会的に極めて重要な課題である。声帯を失った喉頭摘出者に対する発声支援技術の一つとして、電気式人工喉頭が開発されており、実際に広く用いられているが、発声される電気音声は機械的であり、抑揚も乏しい。また、電気式人工喉頭は、音源信号の周囲への音漏れといった本質的な問題を有している。本論文では、以下に述べる幾つかの発声支援技術を提案し、実際の喉頭摘出者の協力を得て、その有効性を検証している。

- (1) 電気式人工喉頭による電気音声の自然性を根本的に改善するために、統計的声質変換技術を応用し、電気音声から健常者のささやき声／通常音声へと変換する技術を実現した。喉頭摘出者の電気音声を用いた変換実験により、大幅に自然性が改善されることを示した。
- (2) 通常音声への変換において、呼気センサーによる音源信号の基本周波数制御と、健常者の基本周波数パターンへの変換技術を組み合わせることで、喉頭摘出者による基本周波数制御をサポートする技術を実現した。有声無声情報の推定精度を改善することができ、より自然かつ滑らかに変化する基本周波数パターンを持つ変換音声を実現できることを示した。
- (3) 微弱音源信号の使用、非可聴つぶやきマイクロフォンによる微弱な電気音声の採取、肉伝導微弱電気音声からささやき声／通常音声への変換、といった要素技術を統合することで、静寂性に優れた発声支援システムの枠組みを提案した。喉頭摘出者による実音声を用いた実験により、その有効性を示した。

これらの成果は、従来技術では本質的に解決困難な問題に対して、一つの明確な解決策を示しており、有用かつ画期的なものであったと高く評価できる。本研究成果は、学術論文、国際会議論文として発表され、国際的にも高い評価を得ている。従来技術の問題点を自ら体験するために、3週間電気式人工喉頭を用いた発声で生活するなど、非常に貴重な人材である。以上より、平成21年12月24日に開催した公聴会の結果も参考にして、本博士論文の審査を行い、本論文は、博士論文(工学)として十分な価値があるものと判断した。