

# 食道音声の声質改善装置に関する検討\*

須藤英理, 秋元博樹, 森大毅, 粕谷英樹 (宇都宮大・工), 菊地義信 (国際医療福祉大・保健)

## 1 はじめに

喉頭摘出者の代用発声法の一つに食道発声法がある。食道音声のコミュニケーションの際の主な問題点は以下のである。

- 音量が小さい
- ざらざら感がある
- 声が低い

小さい音量を改善するために携帯型拡声器(ピバボイス)があるが、これはざらざら感と低い声という声質を改善する機能を持たず、しかも携帯用にはまだ大きいという問題がある。本研究では、これらの問題を解決し聞き易い声へ改善する装置を開発することを目的としている。

音量を増幅するときに問題となるハウリング検出・抑制処理と声質改善処理に DSP(Digital Signal Processor) を用いることで小型・高速化が期待できる。

本報告では、声質改善装置用のハウリング検出・抑制処理と声質改善の方法について述べる。

## 2 食道音声

食道発声は、食道へ空気を摂取し、その空気を逆流させて食道上部の粘膜(仮声門)を振動させることにより音源を生成する方法である。音源を生成することができれば、構音器官は健常者のそれとほとんど変わらないので発話が可能になる。この方法は、特別な装置を必要としないという利点があるが、音量不足や明瞭性が悪いなどの問題がある。

Fig. 1 に食道音声と健常者の音声波形とサウンドスペクトログラムを示す。食道音声には、音声波形前半部分に気管孔雑音があり、健常者に比べてスペクトルに不規則成分が多く含まれていることがわかる。

## 3 声質改善装置

Fig. 2 に声質改善装置全体のブロック図を示す。入力信号  $x(n)$  をハウリング処理部に送り、ハウリングが検出されると、スイッチをハウリングが抑制された信号  $x(n)'$  に切り替える。ハウリングをハウリング処理部だけでは抑制できな

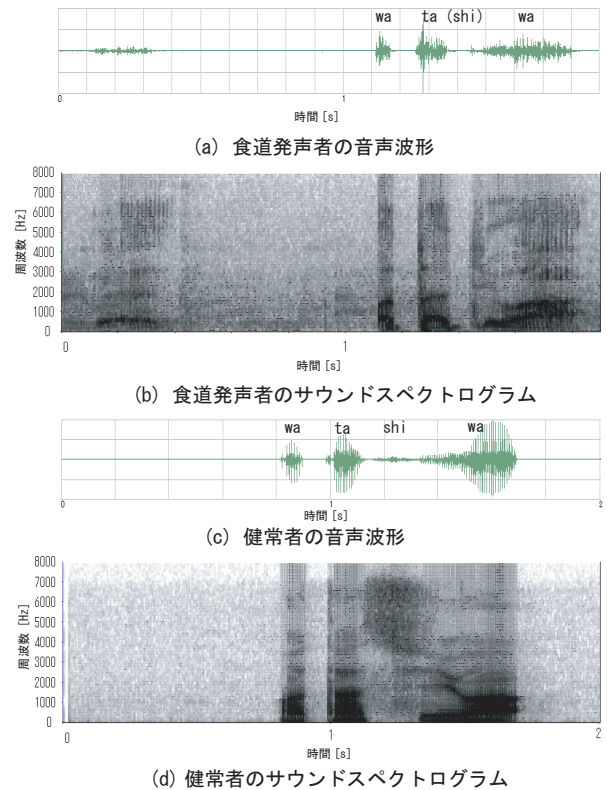


Fig. 1 食道音声と健常音声の音声波形とサウンドスペクトログラム

い状態のときは、ゲインをハウリングが発生しない状態まで自動的にコントロールする。

### 3.1 ハウリング検出・抑制

複雑な要因によって発生するハウリングの検出・抑制を、食道音声の声質改善装置に限定することによって問題を簡単化し、発生 of 早い段階に

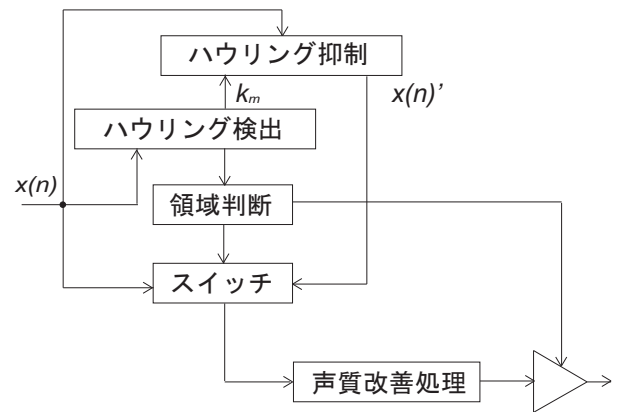


Fig. 2 声質改善装置のブロック図

\*A study on voice quality improvement device of esophageal speech. by SUDO, Eiri, AKI-MOTO, Hiroki, MORI, Hiroki, KASUYA, Hideki (Utsunomiya University.), KIKUCHI, Yoshinobu (IUHW)



Fig. 3 パワースペクトル・HPF法ブロック図  
検出したい。ハウリング検出には、パワースペクトル・HPF (High Pass Filter) 法を提案する。これは、周波数の関数 ( $k$ ) である離散フーリエ変換 (DFT) の振幅スペクトルを時間の関数 ( $n$ ) と考え、フィルタ処理を施す方法である。入力信号を  $x(n)$ 、その DFT を  $X_s(k)$  としたとき、

$$y(k) = 20 \log_{10} |X_s(k)| \quad (1)$$

とおく。Fig. 3 のように、 $y(k)$  に HPF をかけ振幅スペクトルの緩やかな変化を排除する。

$$y_h(k) = \sum_{i=-N}^N w_h(k) \cdot y(k-i) \quad (2)$$

$y_h(k)$  からピークを抽出し、その周波数頻度とゲイン成長度の時間変化を手がかりにしてハウリングとハウリング周波数を検出する。

ハウリングが検出されたら、ハウリング周波数を中心に音声に影響が出ない程度の狭帯域のノッチフィルタによってハウリングを抑制する。

### 3.2 声質改善

食道音声の  $F_0$  が存在するときは  $F_0$  軌跡を平滑化して再合成することで聞き易さが改善された。[1] しかし食道音声では、 $F_0$  が存在しないか非常に不安定な場合が多いためはこの方法の適用は限定される。そこで、 $F_0$  軌跡を人工的に生成し、原音声のスペクトル情報をそのまま利用する方法を検討した。

$F_0$  軌跡は 1 型のアクセントに固定する。これにより、発生内容とアクセントの不一致が話し手や聞き手に違和感を与えるが、それと引き替えに合成音声の安定性の改善が見込める。 $F_0$  軌跡の生成には、藤崎らによる  $F_0$  生成モデル [2] に基づく方法で作成する。また、音声の個人性は  $F_0$  平均や  $F_0$  レンジによっても大きく左右されるが、食道発声者の  $F_0$  は低いいため個人性をある程度犠牲にして  $F_0$  を高くする必要がある。

$F_0$  生成による合成音声作成の流れを Fig. 4 に示す。原音声の高域成分を分析・変換・合成音声に加えることにより、音声の自然性を改善する。

Fig. 5 に実際の合成例を示す。

## 4 おわりに

食道音声の声質改善装置に組み込むハウリング検出・抑制処理と声質改善処理の方法について述べた。

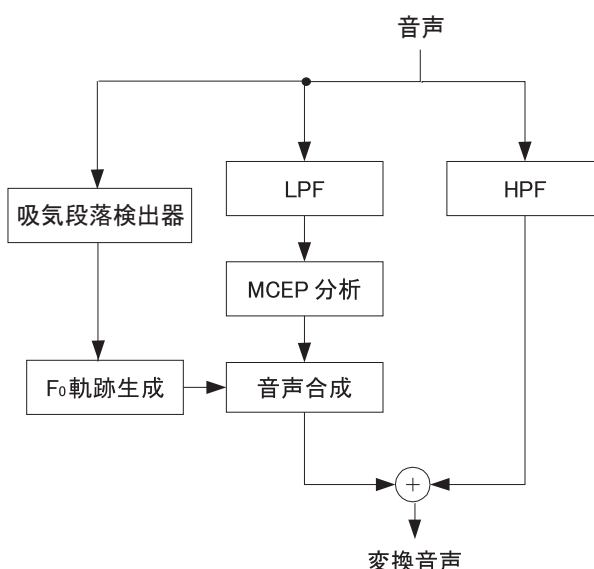


Fig. 4  $F_0$  生成による合成音声作成の流れ

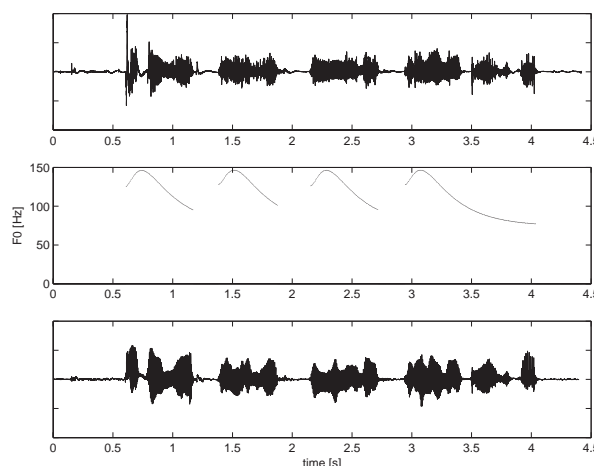


Fig. 5 合成例

ハウリング検出・抑制は、声質改善装置に限定した方法をとることで簡単化し、ハウリングの早期発見とその周波数推定精度の向上を図った。

また声質改善処理は、 $F_0$  軌跡を生成することにより合成音声の声質を改善した。今後は評価実験を行って効果を検討したい。

## 参考文献

- [1] 秋元博樹, 藤井圭, 森大毅, 粕谷英樹, “喉摘者食道音声の声質改善に関する研究”, 音講論 (秋), 331-332, 2002 .
- [2] Hiroya Fujisaki and Keikichi Hirose, “Analysis of voice fundamental frequency contours for declarative sentences of Japanese,” *J. Acoust. Sci. Jpn. (E)*, 5, 233-242, 1984.