

累積調波分析を利用したハウリングの発生予測システムの構築

Construction of Probable Howling Estimation System Using Cumulative Harmonic Analysis

高橋 悠進

高橋 義典

Yujin TAKAHASHI

Yoshinori TAKAHASHI

東京都立産業技術高等専門学校

Tokyo Metropolitan Collage of Industrial Technology

1. 前書き

ハウリングの発生前には音色の歪が生じることが知られており、カラレーションと呼ばれている。カラレーションは拡声系に生じる伝達関数の重畳によって発生することから、カラレーションの推定は観測信号に含まれる伝達関数の特徴分析とみなすことができる。伝達関数の特徴は観測信号の減衰部分に強く現れることから、累積調波分析 (CHA: cumulative harmonic analysis) によるカラレーション周波数の推定が提案されてきた [1]。これまでに CHA を用いたカラレーション周波数推定法の有効性は示されているものの [2]、実時間で働くハウリング予測・抑制システムの構築は試みられていない。

本稿では、ハウリング発生前にみられるカラレーション周波数を CHA で推定し、ハウリング発生予測とノッチフィルタによる抑制を実時間で行うシステムの構築を試みる。

2. カラレーション周波数の推定法

入力信号 $s(n)$ は 20 (ms) 毎に 7/8 フレームオーバーラップでフレーム処理する。フレーム信号は定常部と減衰部に分類され、フレーム信号 $\hat{s}(n)$ が減衰部に属するか否かは、二乗振幅 $\hat{s}^2(n)$ の線形回帰直線の傾きで判断する。この回帰直線の傾きが負であれば、フレーム信号は減衰部に分類する。傾きが正であり、フレーム信号の実効値 $\sqrt{E[\hat{s}^2(n)]}$ が十分に大きい (本稿では観測信号全体の实効値の 1/5 以上) 場合を定常部に分類する。次に CHA によって累積スペクトルを計算し、その中から主要なスペクトルピークを選択する。本稿では、主要なスペクトルピークをスペクトルの最大値の半分以上のピークと定義して行った。次に減衰部と定常部のスペクトルピークの周波数ヒストグラム $H_D(\omega)$ と $H_C(\omega)$ を作成する。周波数ヒストグラムの差分を $H_D(\omega) - H_C(\omega)$ とすると、カラレーションが発生していればその周波数をヒストグラムの差から検出できる。

3. ハウリング抑制システム

本稿で提案するカラレーション周波数の抑制システムで用いる実験環境を Fig.1 を示す。音声信号の入出力に PureData (Pd) を用いる。まず、短時間の入力信号を Pd で録音し、Python でカラレーション周波数の分析を行う。このとき、推定中にハウリングが発生しないように音声信号の出力は行わない。次に推定結果を Pd に渡して、カラレーション周波数に対するノッチフィルタを作成し、フィルタ

リングした音声を出力する。ただし、ノッチフィルタの周波数は音声の周波数帯域を考慮し 500 Hz 以上とする。

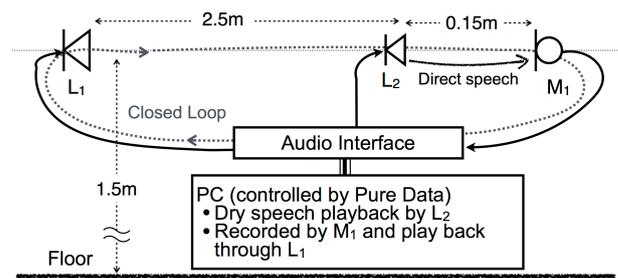


Fig 1: Arrangement of public address system for the experiments

4. ハウリング抑制システムの検証実験

音源のゲインを 10 (s) 毎に 1 (dB) 上昇させていき、ハウリングが発生するまでゲインを測定する。カラレーション周波数推定に用いた信号の観測時間と周波数分解能について、ハウリングが発生するまでのゲインを評価した。(Table.1) Table.1 の値はシステムを利用していないときにハウリングが発生するゲインとの差 (dB) とする。

Table 1: Evaluation result of gain before starting howling

		Frequency resolution (Hz)			
		10.76	2.691	0.6729	0.1682
Observation length (s)	2.5	+1	+1	0	+1
	5.0	+3	+1	+2	+1
	10.0	+2	0	0	+3

5. 後書き

本稿では CHA を用いたハウリング発生予測とノッチフィルタによる抑制を実時間で行うシステムの構築を試みた。システムの有効な運用にはパラメータの調整が必要である。

参考文献

- [1] Y. Takahashi, et al, J. Audio Eng. Soc., 54 (7/8), 620-629, 2006
 [2] Y. Takahashi, IEEE 3rd GCCE, 430-431, 2014