

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	極零モデルによる鼻子音の分析
Title(English)	
著者(和文)	嵯峨山 茂樹, 古井 貞熙
Authors(English)	SADAOKI FURUI
出典(和文)	昭和52年度電子通信学会情報部門全国大会, , , pp. 457-458
Citation(English)	, , , pp. 457-458
発行日 / Pub. date	1977,
URL	http://search.ieice.org/
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は電子情報通信学会に帰属します。 Copyright (c) 1977 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

S4-2

極零モデルによる鼻音の分析

嵯峨山 茂樹 古井 貞照
(日本電信電話公社 武蔵野電気通信研究所)

1 はじめに

筆者らは、先に、音声信号を、極と零点を持つ線形系の出力としてモデル化し、その極と零点を推定する手法を開発した。¹⁻³⁾ 今回、その手法を用いて、鼻音の分析を行なったので、報告する。

2 極零最尤推定法

(1) 極零線形デジタルフィルタモデル

Fig.1 (a) に示す、線形デジタルフィルタは、 p 個の極と q 個の零点を含む、有理形の伝達関数：

$$G(z) = \frac{Q(z)}{P(z)} \quad \left(\begin{array}{l} P(z) = \sum_{k=0}^p \alpha_k z^{-k}, \alpha_0 = 1 \\ Q(z) = \sum_{k=0}^q \beta_k z^{-k}, \beta_0 = 1 \end{array} \right) \quad (1)$$

により表わされる。このフィルタに、(定常な) 白色過程 $\{x_t\}$ を入力したとき、その出力 $\{x_t\}$ は、いわゆる AR-MA 過程と呼ばれるもので、これを、信号のモデルとする。

(11) α, β パラメータの最尤推定

AR-MA 過程 $\{x_t\}$ の有限個のサンプル列 $\{x_1, \dots, x_N\}$ が与えられたとき、母数 $\{\alpha_1, \dots, \alpha_p\}, \{\beta_1, \dots, \beta_q\}$ を、最尤推定することは、サンプル列 $\{x_t\}$ の逆フィルタ $G^{-1}(z)$ に通したとき、その出力のパワが最小になるように $\{\alpha, \beta\}$ を求めることと、(漸近的に) 等価である。⁴⁾ 漸近数領域で表わすと、

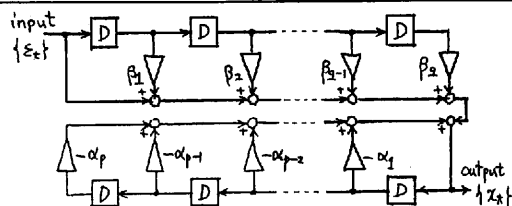
$$F[\alpha; \beta] = \int_{-\pi}^{\pi} \frac{I_N(\lambda)}{|G(e^{j\lambda})|^2} d\lambda \quad (2)$$

$$\text{但し、} \quad I_N(\lambda) = \frac{1}{2\pi N} \left| \sum_{k=1}^N x_k e^{j\lambda k} \right|^2 \quad (\text{ピリオグラム})$$

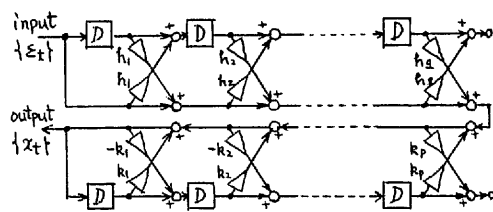
を最小化する問題である。この式は、さらに、 $\{\alpha\}$ に関して最小化でき、結局、最尤推定問題は、サンプル列 (あるいは $I_N(\lambda)$) を、 $Q(z)$ の逆フィルタ $Q^{-1}(z)$ に通して、その出力を PARCOR 分析したときの残差パワ $R[\beta]$ ($= \min_{\alpha} F[\alpha; \beta]$) を、 $\{\beta\}$ に関して最小化する、 $\{\beta\}$ のみの非線形最小化問題となる。

(111) k, l パラメータによる最尤推定

しかし、 $G(z)$ および $G^{-1}(z)$ がともに安定であることを仮定して、上記の議論が成り立っているため、 $R[\beta]$ の最小化の問題では、 $Q(z) = 0$ の根が、単位円内になければならない。(最小位相条件)



(a) Pole-zero digital filter.



(b) Pole-zero PARCOR synthesis filter.

Fig.1 Realizations of pole-zero digital filter.

そこで、Fig.1(a)のかわりに、それに等価な(b)の形のデジタルフィルタを考えれば、最小位相条件は、次のように簡単に書ける。

$$|k_i| < 1 \quad (i=1, \dots, p), \quad |h_j| < 1 \quad (j=1, \dots, q) \quad (3)$$

従って、 $\{\beta\}$ のかわりに、 $\{h\}$ を用いて $R[\beta]$ の最小化を行えばよい。³⁾

この問題は、 $\{h\}$ に関する非線形最小化問題となるので、繰り返し算法を用いなければならぬ。ここでは、「逐次次数増加法」による初期推定値を出発値として、complex法と呼ばれる直接探索法の一つを用いて、最尤解を得ている。²⁾

(1v) 極および零点の最尤推定

$\{h\}$ の最尤解および同時に得られている $\{k\}$ から、 $\{\alpha, \beta\}$ へ変換し、式(1)の多項式 $P(z)$ 、 $Q(z)$ の根を求めれば、極および零点の最尤推定値が得られる。

3 鼻音の分析

(1) 分析条件

音声サンプルは、4 kHz の LPF を通した後、8 kHz でサンプリングし、高域強調のため差分をとり、256点を1フレーム (フレーム周期は85点) として、Hamming 窓をかけ、ピリオドグラムを計算し、これに前述の最尤推定アルゴリズムを適用する。

(11) 鼻音の分析例

3種類の鼻音と5母音を組み合わせた単語音