

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	極零モデルによる音声スペクトルの最尤推定法の検討
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年度電子通信学会総合全国大会, , , p. (5-309)
Citation(English)	, , , p. (5-309)
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.

1226

極零モデルによる 音声スペクトル最尤推定法の検討

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

音声信号を、AR-MA過程でモデル化したとき、そのパラメータを推定する方法としては、最尤推定法が優れていると考えられる。しかし従来考えられたアルゴリズムは、計算量が多いなどの欠点があった。¹⁾ 本報告は、定式化を改良し、計算量を減らしたアルゴリズムについて検討するものである。

2 極零モデルのパラメータ最尤推定

音声信号を、 p 個の極と q 個の零点を持つ(最小位相の)線形フィルタ

$$G(z) = Q(z)/P(z) \quad (1)$$

$$\text{但し, } P(z) = \sum_{k=0}^p \alpha_k z^{-k}, \quad Q(z) = \sum_{l=0}^q \beta_l z^{-l} \\ (\alpha_0 \neq 1) \quad (\beta_0 \neq 1)$$

に、分散 σ^2 の白色信号 $\{e_t\}$ を入力したときの出力 $\{x_t\}$ (AR-MA過程)であるとモデル化する。 $\{x_t\}$ の有限個のサンプル $\{x_1, \dots, x_N\}$ が与えられたとき、パラメータ $\{\alpha; \beta; \sigma^2\}$ を最尤推定する問題は、 $\{\beta\}$ のみの関数

$$J(\beta_1, \dots, \beta_q) = D_{p+1}/D_p \quad (2)$$

を最小化する問題に帰着される。²⁾ 但し、

$$D_n = \begin{vmatrix} \phi_0 & \dots & \phi_{n-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_{n-1} & \dots & \phi_0 \end{vmatrix} \quad (3), \quad \phi_\tau = \int_{-\pi}^{\pi} \frac{I_n(\lambda) e^{j\tau\lambda} d\lambda}{\left| \sum_{l=0}^q \beta_l e^{j\lambda l} \right|^2} \quad (4)$$

$$I_n(\lambda) = \frac{1}{2\pi N} \left| \sum_{t=1}^N x_t e^{-j\lambda t} \right|^2 \quad (\text{ヒストグラム}) \quad (5)$$

である。すなわち、式(2)を最小化する $\{\beta_l\}$ が $\{\beta_l\}$ の、また、最小化された $J(\beta)$ が σ^2 の、また、そのときの $\{\phi_t\}$ (式(4))を用いた方程式

$$\begin{pmatrix} \phi_0 & \dots & \phi_{p-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_{p-1} & \dots & \phi_0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_p \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} \phi_1 \\ \vdots \\ \phi_p \end{pmatrix} \quad (6)$$

の解が $\{\alpha_k\}$ の、それぞれ最尤推定値である。

3 h パラメータによる最尤解法

$G(z)$ に等価な、図1のような線形フィルタを考え、そのパラメータを $\{k_\mu\}, \{h_\nu\}$ とすると、最小位相条件は、 $|k_\mu| < 1$ ($\mu=1, \dots, p$)、および $|h_\nu| < 1$ ($\nu=1, \dots, q$)のように簡単になる。そこで、 $\{\beta_l\}$ のかわりに、 $\{h_\nu\}$ に関して、 $|h_\nu| < 1$ の範囲で $J(\beta)$ の最小化をすればよい。

具体的な手順は次のようになる。 $J(\beta)$ の値は、

$$(1) \quad \{h_\nu\} \text{ から } \{\beta_l\} \text{ へ変換し、(次式による)} \\ \beta_0^{(v)} = -h_\nu; \quad \beta_k^{(v)} = \beta_{k-1}^{(v-1)} - h_\nu \beta_{k-1}^{(v-1)} \quad (1 \leq k \leq p-1) \\ \beta_p = \beta_p^{(q)}; \quad \beta_0 = 1 \quad (7)$$

(2) サンプルのヒストグラム(式(5))を逆フ

ルタし、(式(4))

(3) そのスペクトルに対して PARCOR 分析を適用したときの残差パワ (式(2))

として、能率的に計算される。この計算法を用いながら、 $J(\beta)$ の値が最小となる $\{h_\nu\}$ ($\nu=1, \dots, q$)を探索すれば、最尤解が求まる。

4 従来の方法との比較

従来、この問題は、 $\{\alpha_1, \dots, \alpha_p; \beta_1, \dots, \beta_q\}$ について、

$$F(\alpha; \beta) = \int_{-\pi}^{\pi} I_n(\lambda) \frac{|P(e^{j\lambda})|^2}{|Q(e^{j\lambda})|^2} d\lambda \quad (8)$$

を最小化する、 $(p+q)$ 次元の最小化問題として扱われていた。これと本方法を比較すると、

(a) q 次元の問題になっている。(計算量減)

(b) PARCOR 分析アルゴリズムが利用できる。

(c) 最小位相条件が簡単化されている。

などの長所がある。しかし、

(d) J の、 $\{h_\nu\}$ に関する微係数などは計算しにくく、解探索方法が限られてくる。

という欠点もある。

5 complex 法による最尤推定実験例

直接探索法(complex 法)によって最尤解を求めた実験例を、図2に示す。音声サンプルは、「銀世界の」の n/n (男声)で、(8kHz サンプリング, 256点)、モデルの極数は12、零点数は8である。($I_n(\lambda)$: ヒストグラム, $f_n(\lambda)$: 推定スペクトル)

6 結論

極零モデルの最尤推定アルゴリズムを改良して、能率のよい方法が得られ、実験結果も良好である。今後は、多くのデータについて、実験検討を重ねてゆきたい。

【謝辞】 日頃御指導頂く、斎藤特別研究室長、討論協力頂く、室長諸氏に深謝する。

文献 1) 嵯峨山古井・斎藤: 信学技報PRL75-81
2) 同: 音学講義5号144

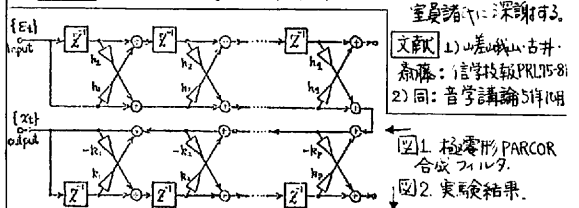


図1. 極零形 PARCOR 合成フィルタ。
図2. 実験結果。

