

予測制御研究系

時変係数モデルの推定について

北 川 源四郎

時変係数 AR モデルを状態空間モデルとカルマンフィルターを用いて推定する方法はすでによく知られている。しかし、定常 AR モデルの逐次推定法を時変型の場合に拡張することによりノイズの分布が非ガウス型の場合にも適用できる。この方法を用いると、通常の時系列ばかりでなくポアソン過程のような離散値系列の周期性の解析にも応用できると考えられる。

1. 定常 AR モデルの逐次推定

m 次の定常 AR モデルの係数 a_m^m は次のようなアルゴリズムによって求めることができる。

1. $n=1, \dots, N$ について $v_n^0 = w_n^0 = y_n$ とおく。
2. 次数 $m=1, \dots, M$ について

- (a) v_n^{m-1} と w_{n-m}^{m-1} から PARCOR a_m^m を推定する。
- (b) 前向き予測誤差 v_n^m および後向き予測誤差 w_{n-m}^m を次式により求める。

$$\begin{aligned} v_n^m &= v_n^{m-1} - a_m^m w_{n-m}^{m-1} \\ w_{n-m}^m &= w_{n-m}^{m-1} - a_m^m v_n^{m-1} \end{aligned}$$

PARCOR a_m^m の具体的な推定量としてはいろいろなものと考えられ、それぞれが Levinson 法や Burg 法などに対応する。とくに回帰式を用いた推定法は、前向きのモデルとして

$$(1.1) \quad v_n^{m-1} = a_m^m w_{n-m}^{m-1} + v_n^m$$

を仮定して係数 a_m^m の推定を行なったものと解釈できる。

2. 時変係数 AR モデルの推定

この方法を時変係数 AR モデルの推定に拡張するためには、係数の時間変化に対してモデルを導入し

$$(2.1) \quad \begin{aligned} v_n^{m-1} &= a_n^m w_{n-m}^{m-1} + v_n^m \\ a_n^m &= a_{n-1}^m + r_n^m \end{aligned}$$

という二種類のモデルを同時に考慮すればよい。このモデルは状態空間モデルの形で表現できることから、非ガウス型平滑化のアルゴリズムを利用することにより上記モデルのノイズが非ガウス型と仮定して時変係数の推定を行なうことができる。これにより、スペクトルがゆっくりした滑らかな変化と急激な変化の両方を含むような場合にも自動的に推定を行なうことが可能となる。ただし、この方法では (2.1) 式において分布の積を計算する必要があるが、これは数値計算を行なうことによって比較的簡単に実現することができる。

不完全情報下における制御系設計に関する研究

宮 里 義 彦

モデル規範形適応制御系を構成するためには、制御対象が最小位相系（零点が安定）でなければならない。これは適応制御装置が制御対象の零点を相殺する極を内部に生成するために、対象に不安定な零

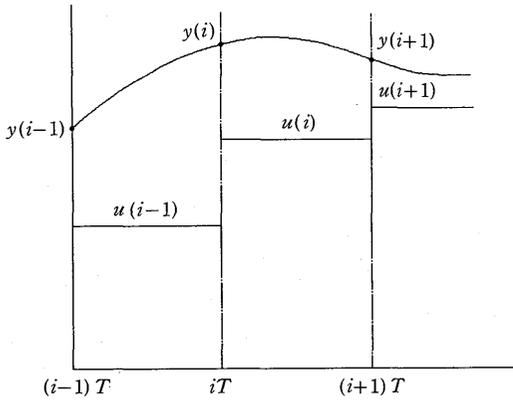


Fig. 1. Usual sampling.

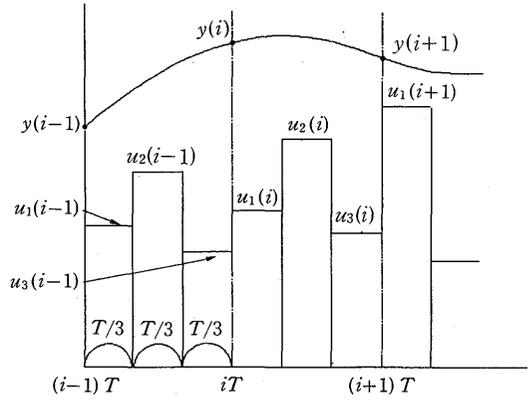


Fig. 2. Multirate sampling ($n=3$).

点が存在すると制御装置内に不安定な極が発生して、制御系全体の安定性が保証されないからである。現実の多くの連続時間系は最小位相系となるので、このことは大きな制約とならない。しかし離散時間系においては、もとの連続時間系が最小位相系であっても、零次ホルダを介して離散時間化する(Fig. 1)ことにより、非最小位相系になる場合がある。特に連続時間表現で相対次数が2以上の対象を離散時間化する際に、サンプリング時間を小さくしていくと不安定な零点が発生することが問題となっている(極限零点)。以上のことから、離散時間非最小位相系に適用可能な適応制御方式の確立が重要な課題とされてきた。これについては極零相殺が生じるモデルマッチング方式を避けて、適応極配置問題に置き換えたり、入力も含めた目標値の設定(一般化最小分散制御、一般化予測制御等(LQGも含む))を行なう手法が検討されてきたが、安定性の条件や目標信号への追従性能の点からすると必ずしも十分なものとは言えない。

それらに対し本研究では、多重サンプリング(Fig. 2)に基づく周期時変フィードバック制御方式を用いて、モデル規範形適応制御系を構成する。適応極配置法、一般化最小分散制御や一般化予測制御等の場合より緩やかな条件のもとで、非最小位相系の場合でも、任意の目標信号に追従する適応モデル追従系が設計できることを示した(構成法I)。ついで構成法Iで必要だったシステムパラメータから制御パラメータへの変換の部分、逐次的な適応則で置き換えて計算の負担を軽減する手法を示し(構成法II)、同様に安定な適応モデル追従制御系が実現されることを証明した。以上の結果については簡単な非最小位相系について数値実験を行ない、その有効性を確認した。今後はこれらの手法の多変数系、時変系、非線形系、確率系などへの拡張、多重サンプリング法そのものの見直し、適応制御系としてのロバスト化などについて検討を加えていく予定である。

参 考 文 献

Miyasato, Y. (1991). Model reference adaptive control for non-minimum phase system by periodic feedback, IFAC International Symposium, ITAC91, Singapore (preprints).

情報量規準と電波望遠鏡データ解析

石 黒 真木夫

1. はじめに

Akaike (1973) はデータに当てはめたモデルの良さを評価する情報量規準の推定量として AIC を提