

Fig. 1. Usual sampling.

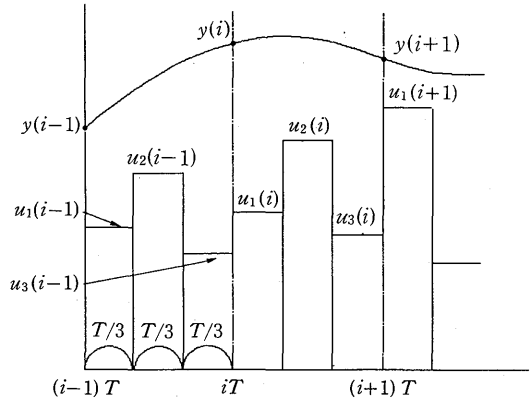


Fig. 2. Multirate sampling ( $n=3$ ).

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

案した。AICの適用範囲は非常に広く、最尤法によるパラメータの推定が有効な場合にはいつでも使えると言ってよい。ここで「有効」と言っているのは、最尤推定量の誤差評価が有効という意味であり、必ずしも最尤推定量の誤差が小さくなくてもいいことがAICの便利な点である。

最尤推定が使われていない場合にはAICは使えない。AICを導くにあたって対数尤度関数と情報量規準の関係、MLEの漸近正規性が使われているためである。

## 2. WIC

データ  $x$  に当てはめた統計的モデル  $f(x|\hat{\theta})$  の良さを評価する情報量規準 WIC を次のように定義する。

$$(2.1) \quad \text{WIC} = -2 \times \log f(x|\hat{\theta}) + 2 \times \text{“Bias correction”}$$

“Bias correction” は

$$\text{“Bias correction”} = E_{x^*} \{ \log f(x^*|\hat{\theta}^*) - \log f(x|\hat{\theta}^*) \}$$

与えられる。ここで  $x^*$  はリサンプリングの手法で生成される「疑似データ」であり、 $\hat{\theta}^*$  はデータ  $x^*$  に基づくパラメータの推定値、 $E_{x^*}$  はデータ  $x^*$  の分布に関する期待値である。この期待値はモンテカルロ法で計算することができる。リサンプリングで生成されるデータが本当のデータの揺らぎを再現しており、所与のパラメータ推定法がこのデータに適用できるものであれば WIC は情報量規準の有効な推定値を与える。AIC と WIC の両方の値が得られる場合には、WIC の挙動は AIC のそれに一致する。

## 3. WIC の適用範囲

WIC を分割表モデルの選択、AR モデルの次数選択に適用した場合に AIC と同等な挙動を示すことを示し、次いで、“penalized least squares” 法による回帰曲線の推定と多項式回帰の評価、比較が情報量の意味で可能であることも示した。最後に、電波望遠鏡データ解析で用いられる CLEAN として知られているデータ解析法の制御にも応用できることを示した。

## 参 考 文 献

- Akaike, H. (1973). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, *2nd International Symposium on Information Theory* (eds. B.N. Petrov and F. Csáki), 267-281, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Efron, B. (1979). Bootstrap methods: another look at the jackknife, *Ann. Statist.*, 7, 1-26.
- Efron, B. (1986). How biased is the apparent error rate of a prediction rule?, *J. Amer. Statist. Assoc.*, 81, 461-470.
- Sakamoto, Y., Ishiguro, M. and Kitagawa, G. (1986). *Akaike Information Criterion Statistics*, Reidel, Dordrecht.
- Shibata, R. (1989). Statistical aspect of model selection, *From Data to Model* (ed. J. C. Willems), 215-240, Springer, Berlin.
- Wong, W. H. (1983). A note on the modified likelihood for density estimation, *J. Amer. Statist. Assoc.*, 78, 461-463.

狭義凸2次計画問題に対するアフィンスケーリング法の大域的収束性について

土 谷 隆

Karmarkar (1984) が射影変換を利用した内点法を提案して以来、線形計画問題に対して内点法によるアプローチが活発に続けられている。それよりも遙かに早く、Soviet の Dikin (1967) によって提案され、Karmarkar 法が登場したのちに Barnes (1986), Vanderbei et al. (1986) らによって再提案され