

TSSS

Time Series analysis with State Space model

統計数理研究所

2020年5月6日

1. はじめに

R パッケージ TSSS は、「FORTRAN77 時系列解析プログラミング」¹ の FORTRAN のソースコードを基に作成された時系列データ解析のための関数群である。この本では、代表的な時系列のモデリングに必要な最小二乗法，最尤法，カルマンフィルタによる推定の方法，情報量規準 AIC を用いたモデルの評価・選択の方法およびそれらを実現するプログラム等が紹介されている。

現在は，改訂版「時系列解析入門」²，およびその英訳「Introduction to Time Series Modeling」³が出版されている。改訂版では FORTRAN のソースコードは除かれているが，モデルや解析法について同様に解説されているので，詳しくはこちらを参照されたい。

2 節では，TSSS の関数一覧と「時系列解析入門」の目次との対応を示す。3 節では，例題で用いたデータセットの一覧を示す。データセットには，前述の本 (1,2) の解析例で用いている典型的な時系列データを組み込んだ。データの詳細、特徴についてはこれらの本を参照されたい。

¹北川源四郎 「FORTRAN 77 時系列解析プログラミング」 岩波コンピュータサイエンス (岩波書店, 1993)

²北川源四郎 「時系列解析入門」 (岩波書店, 2005)

³G. Kitagawa 「Introduction to Time Series Modeling」 (CRC Press/ Chapman & Hall, 2010)

2 関数一覧

「時系列解析入門」目次との対応 (参考図表)	R 関数名
2.2 定常時系列の自己共分散関数 (図 2.2 (a), (f)) 一変量時系列データの自己共分散関数および自己相関関数の計算	unicor
2.4 相互共分散関数および相互相関関数 (図 2.5) 多変量時系列データの相互共分散関数および相互相関関数を計算	crscor
3.3 ピリオドグラムと平均と平滑化 (図 3.8 (d),(f)) 一変量時系列データの自己共分散関数のフーリエ変換によって ピリオドグラムを計算	period
3.5 FFT によるピリオドグラム計算 (図 3.9 (d)) 一変量時系列データに対し FFT によってピリオドグラムを計算	fftper
4.1 確率分布と統計的モデル (図 4.1) 正規分布, コーシー分布, ピアソン分布, 指数分布, χ^2 分布, 二重指数分布, 一様分布の密度関数を与える	pdfunc
4.2 KL 情報量とエントロピー最大化原理 (表 4.1, 4.2) 二つの密度関数 $g(y)$ と $f(y)$ に対して KL 情報量を求める	klinfo
4.6 データの変換 (図 4.4, 表 4.5) Box-Cox 変換を行ったデータに正規分布をあてはめ, 平均, 分散, 対数尤度および AIC を計算	boxcox
5.3 AIC による次数選択 (図 5.1, 表 5.1) ハウスホルダー変換による最小二乗法を用いて回帰モデルを推定	lsqr
6.2 インパルス応答関数 (図 6.1), 6.3 自己共分散関数 (図 6.2) 6.4 AR 係数と PARCOR の関係 (図 6.3) 6.5 パワースペクトル (図 6.4), 6.6 特性方程式 (図 6.6) 一変量 ARMA モデルからインパルス応答関数, 自己共分散関数, 偏自己相関係数, パワースペクトル, 特性根を求める	armachar
6.7 多変量 AR モデル (図 6.7, 6.8, 6.9) 多変量 AR モデルからクロススペクトルを求める	marspc
7.5 数値例 (図 7.1, 図 7.2 (b), (d), 表 7.1) 一変量 AR モデルの推定	arfit
7.6 ユールウォーカー法による多変量 AR モデルの推定 (表 7.2) 多変量 AR モデルをユールウォーカー法により推定	marfit
7.7 最小二乗法による多変量 AR モデル推定 多変量 AR モデルをハウスホルダー変換による最小二乗法を用いて推定	marlsq

8.2 任意個の間隔への自動分割 (図 8.1) 局所定常 AR モデルをあてはめ、自動的に変化時点を検出	lsar
8.3 変化時点の精密な推定 (図 8.2) 一変量局所定常 AR モデルの区分時点を精密に推定	lsar.chgpt
9.5 時系列の予測 (図 9.2 (d)), 9.7 欠測値の補間 (図 9.3 (e)) 一変量状態空間モデルにカルマンフィルタを用い、その結果を利用して平滑化を行う。分散共分散行列、モデル推定に用いた対数尤度を出力	tsmooth
10.4 パラメータの初期値について (表 10.1, 10.2, 10.3) ARMA モデルのパラメータの最尤推定値を求める	armafit armafit2
11.1 多項式トレンド推定 (図 11.1) 一変量時系列データの多項式トレンドを推定	polreg
11.3 トレンドモデル (図 11.2, 表 11.3) 一変量時系列データのトレンドを推定	trend
12.2 標準的季節調整モデル 12.3 定常 AR 成分を含む分解 (図 12.6, 12.7) 12.4 曜日効果項を含む分解 (図 12.8) 一変量時系列データをトレンド成分、季節成分、定常 AR 成分、曜日効果項 およびノイズの五つの成分に分解	season
13.1 時変分散モデル (図 13.1) 一変量時系列データの時変分散の推定	tvvar
13.2 時変係数 AR モデル, 13.5 係数の急激な変化について (図 13.4) 時変 AR 係数と PARCOR を出力	tvar
13.3 時変スペクトルの推定 (図 13.4) 時変 AR 係数と分散から時変スペクトルを計算	tvspc
14.4 非ガウス型トレンドモデル (図 14.2, 14.3) 14.5 非対称な分布 (図 14.5) 一変量非ガウス型状態空間モデルの平滑化	ngsmth
15.3 モンテカルロ平滑化 (図 15.4, 15.5, 15.6) モンテカルロ・フィルタ (粒子フィルタ) による平滑化	pfilter pfilterNL
16.3 状態空間モデルによるシミュレーション (図 16.4) トレンド成分モデル, AR モデル, 季節成分モデルの初期値等を入力して一変量時系列を生成する	simssm
16.4 非ガウス型状態空間モデルによるシミュレーション 非ガウス型状態空間モデルによるシミュレーション	ngsim

3 データセット一覧

データセット名 例題	説明
Sunspot armafit, armafit2, boxcox	毎年の太陽黒点数 (Wolfer sunspot number) (1749-1979) を記録した時系列 R データセット sunspot.year の一部を利用
Temperature lsqr, polreg, trend	東京の毎日の最高気温を 16ヶ月にわたって記録したデータ (東京管区気象台公表)
BLSALLFOOD arfit, period, season, simssm, tsmooth	アメリカの食品産業に従事する労働者の人数を毎月調べた時系列 (合衆国 Bureau of Labor Statistics (BLS) 公表)
WHARD boxcox, polreg, season	あるハードウェアの毎月の卸売り高を記録したデータ (Wholesale hardware) (BLS 公表)
MYE1F unicor, period, lsar, lsar.chgpt, tvvar, tvar, ngsim	地震波の東西成分を 0.02 秒間隔で記録した時系列 (北海道大学大学院理学研究科 高波鐵夫氏提供)
Nikkei225	日経 225 平均株価データ 1988/1/4 から 1993/12/30 までの日次終値
Haibara crsor	東海地方の観測点で地下數位と気圧の変動を 10 分ごとに観測した 2 変量時系列 (独立行政法人産業技術総合研究所 高橋誠氏 松本則夫氏提供)
HAKUSAN crsor, fftper, marfit, marspc, unicolor	太平洋を航海中の船舶の方向角速度 (yaw rate), 横揺れ (rolling), 縦揺れ (pitching) および舵角 (rudder angle) を 1 秒ごとに記録した多変量時系列 (東京海洋大学 大津皓平氏提供)
Rainfall	東京の降雨データ (1975-1976) (東京管区気象台公表)
PfilterSample pfilter	平均値が変化するサンプルデータ
NLmodel pfilterNL	非線形状態空間モデルにより生成したデータ