

ラグ・ウィンドウによるスペクトルの平滑化 LWIN

プログラム LWIN (Smoothed Spectra by Parzen's Lag Window) は, Parzen のラグ・ウィンドウを用いることにより, 与えられた時刻歴のフーリエ・スペクトルあるいはパワ・スペクトルを平滑化するサブルーチン副プログラムである。

LWIN (ラグ・ウィンドウによるスペクトルの平滑化)

【目的】

周波数領域において指定されたバンド幅をもつParzen のラグ・ウィンドウにより, 与えられた等間隔データの平滑化されたフーリエ・スペクトルおよびパワ・スペクトルを計算する。

【使用法】

(1) 接続方法

CALL LWIN (N, X, ND1, DT, F, G, ND2, NFOLD, DF, BAND)

引 数	型	プログラムを呼ぶときの内容	プログラムから戻ったときの内容
N	I	データの個数	不 変
X	R 1次元配列 (ND1)	データ	不 変
ND1	I	配列 X の整合寸法 N ND1 8192	不 変
DT	R	データの時間間隔 (単位 sec)	不 変
F	R 1次元配列 (ND2)	何も入れなくてよい	平滑化されたフーリエ・スペクトル
G	R 1次元配列 (ND2)	何も入れなくてよい	平滑化されたパワ・スペクトル
ND2	I	配列 F, G の整合寸法	不 変
NFOLD	I	何も入れなくてよい	スペクトルの値の個数
DF	R	何も入れなくてよい	スペクトルの振動数間隔 (単位 Hz)
BAND	R	バンド幅 (単位 Hz)	不 変

(2) 必要なサブルーチンおよび関数副プログラム

FAST

(3) 注意事項

- i) $ND2 \geq NT/2 + 1$ でなければならない。ここに、 NT は N より大きい最小の 2 の累乗数、または N が 2 の累乗数の場合は N である。
- ii) 時間ずれ領域における打切り幅が、折曲げ点を越えないよう、 $BAND/DF \geq 560/151$ (約 3.71) でなければならない。
- iii) 引数 $BAND = 0$ とした場合は、平滑化は行われない。

【計算法】

このプログラムは、高速フーリエ変換のプログラム FAST を利用するので、まず時間間隔 Δt のデータ x_m ($m=1, 2, \dots, N$) を、虚数部 0 の複素数の実数部とし、またデータ数が、 N 以上で N にもっとも近い 2 の累乗 N_{total} となるまで、後続の複素数ゼロを追加した上で、このような複素数データをフーリエ変換して、複素フーリエ係数 C_k を求める。ついで

$$R_j = \sum_{k=0}^{N-1} |C_k|^2 e^{i(2\pi k j / N)}$$

により、フーリエ逆変換を行って、自己共分散係数 R_j を求める。次に、与えられた周波数領域における平滑化のためのバンド幅 b (Hz) を

$$b = \frac{280}{151u}$$

によって、打切り幅 u (sec) に換算し、Parzen のラグ・ウィンドウ $w(\tau)$ を

$$w(\tau) = \begin{cases} 1 - 6\left(\frac{\tau}{u}\right)^2 + 6\left(\frac{|\tau|}{u}\right)^3 & |\tau| \leq u/2 \\ 2\left(1 - \frac{|\tau|}{u}\right)^3 & u/2 \leq |\tau| \leq u \\ 0 & |\tau| > u \end{cases}$$

によって求める。

続いて、時間ずれ領域における乗算

$$\bar{R}_j = R_j \cdot w(\tau)$$

を行ない、 \bar{R}_j を再びフーリエ変換すれば、平滑化されたフーリエ・スペクトルが求まり、これによって平滑化されたパワ・スペクトルも求められる。

なお、特にバンド幅をゼロと指定したときは、平滑化されないフーリエ・スペクトルとパワ・スペクトルが求まるようになっているので、このプログラムは、自己相関関数を求めること以外は、別掲のプログラム FPAC と同じ機能を備えている。

【プログラム】

```

C * * * * * LWIN 1
C SUBROUTINE FOR SMOOTHED SPECTRA BY PARZEN'S LAG WINDOW LWIN 2
C * * * * * LWIN 3
C LWIN 4
C CODED BY Y.OHSAKI LWIN 5
C LWIN 6
C SUBROUTINE LWIN(N,X,ND1,DT,F,G,ND2,NFOLD,DF,BAND) LWIN 7
C LWIN 8
C COMPLEX A(8192) LWIN 9

```

	DIMENSION X(ND1),F(ND2),G(ND2)	LWIN	10
C		LWIN	11
C	INITIALIZATION	LWIN	12
C		LWIN	13
	DO 110 M=1,N	LWIN	14
	A(M)=CMPLX(X(M),0.)	LWIN	15
110	CONTINUE	LWIN	16
	NT=2	LWIN	17
120	IF(NT.GE.N) GO TO 130	LWIN	18
	NT=NT*2	LWIN	19
	GO TO 120	LWIN	20
130	IF(NT.EQ.N) GO TO 150	LWIN	21
	DO 140 M=N+1,NT	LWIN	22
	A(M)=(0.,0.)	LWIN	23
140	CONTINUE	LWIN	24
150	NFOLD=NT/2+1	LWIN	25
	T=REAL(NT)*DT	LWIN	26
	DF=1./T	LWIN	27
C		LWIN	28
C	AUTOCORRELATION	LWIN	29
C		LWIN	30
	CALL FAST(NT,A,8192,-1)	LWIN	31
	IF(BAND.NE.0.) GO TO 170	LWIN	32
	DO 160 K=1,NFOLD	LWIN	33
	F(K)=CABS(A(K))*DT	LWIN	34
160	CONTINUE	LWIN	35
	GO TO 240	LWIN	36
170	DO 180 K=1,NT	LWIN	37
	A(K)=A(K)*CONJG(A(K))/REAL(NT)**2	LWIN	38
180	CONTINUE	LWIN	39
	CALL FAST(NT,A,8192,+1)	LWIN	40
C		LWIN	41
C	LAG WINDOW	LWIN	42
C		LWIN	43
	U=3.708609/BAND*DF	LWIN	44
	IF(U.GT.1.) GO TO 260	LWIN	45
	U=REAL(NFOLD-1)*U	LWIN	46
	DO 210 J=2,NFOLD	LWIN	47
	TAU=REAL(J-1)/U	LWIN	48
	IF(TAU.GT.0.5) GO TO 190	LWIN	49
	A(J)=A(J)*(1.-6.*TAU**2*(1.-TAU))	LWIN	50
	GO TO 210	LWIN	51
190	IF(TAU.GT.1.) GO TO 200	LWIN	52
	A(J)=A(J)*2.*(1.-TAU)**3	LWIN	53
	GO TO 210	LWIN	54
200	A(J)=(0.,0.)	LWIN	55
210	CONTINUE	LWIN	56
	DO 220 J=2,NFOLD-1	LWIN	57
	A(NT+2-J)=A(J)	LWIN	58
220	CONTINUE	LWIN	59
C		LWIN	60
C	SMOOTHED SPECTRA	LWIN	61
C		LWIN	62
	CALL FAST(NT,A,8192,-1)	LWIN	63
	DO 230 K=1,NFOLD	LWIN	64
	F(K)=SQRT(ABS(REAL(A(K)))*REAL(NT))*DT	LWIN	65
230	CONTINUE	LWIN	66
240	G(1)=F(1)**2/T	LWIN	67
	DO 250 K=2,NFOLD-1	LWIN	68
	G(K)=2.*F(K)**2/T	LWIN	69
250	CONTINUE	LWIN	70
	G(NFOLD)=F(NFOLD)**2/T	LWIN	71
	RETURN	LWIN	72

C		LWIN	73
	260 WRITE(6,601)	LWIN	74
	STOP	LWIN	75
C		LWIN	76
C	FORMAT STATEMENT	LWIN	77
C		LWIN	78
	601 FORMAT('BANDWIDTH IS TOO NARROW')	LWIN	79
	END	LWIN	80

【使用例】 ファイル EQ.01 より，地震動データの時間間隔，個数，データを読み取り，パワ・スペクトルおよびこれをバンド幅 0.8 Hz で平滑化したスペクトルを求めよ．

[解]

プログラム：

	DIMENSION DATA(800),F(513),G1(513),G2(513)	1
C		2
	READ(5,501) DT,NN,(DATA(M),M=1,NN)	3
	CALL LWIN(NN,DATA,800,DT,F,G1,513,NFOLD,DF,0.0)	4
C		5
	CALL LWIN(NN,DATA,800,DT,F,G2,513,NFOLD,DF,0.8)	6
	STOP	7
C		8
	501 FORMAT(T51,F10.0,I10/(8F10.0))	9
	END	10

アウトプット：パワ・スペクトルが配列 G1 に，平滑化されたパワ・スペクトルが配列 G2 に格納されており，図示すれば次図のとおりで，それぞれ細線および太線で表わしてある．

