

スペクトル・ウィンドウによるスペクトル平滑化 SWIN

プログラムSWIN (Smoothed Spectra by Parzen's Spectral Window) は、周波数領域において、すでに求められているスペクトルに対し、平滑化を行うサブルーチン副プログラムである。したがって、同じくスペクトルの平滑化を行う別掲のプログラムLWINと異なり、取り扱うスペクトルの長さ、すなわちスペクトル値の個数は任意であって、2の累乗と関連する制約はない。

SWIN (スペクトル・ウィンドウによるスペクトルの平滑化)

【目的】

指定されたバンド幅をもつParzenのスペクトル・ウィンドウにより、与えられたフーリエ・スペクトル、パワ・スペクトルを、周波数領域において平滑化する。

【使用法】

(1) 接続方法

CALL SWIN (NFOLD , F , G , ND , IND , 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
NFOLD	I	スペクトルの値の個数	不変
F	R 1次元配列 (ND)	もとのフーリエ・スペクトル IND=010の時は、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 (ND)	もとのパワ・スペクトル IND=100の時は、何も入れなくてよい	平滑化されたパワ・スペクトル
ND	I	配列F, Gの整合寸法	不変
IND	R 1次元配列 (ND)	与えられたスペクトルの種類を示す インデックス 100: フーリエ・スペクトル 010: パワ・スペクトル	不変
DF	R	スペクトルの振動数間隔 (単位 Hz)	不変
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 ない

(3) 注意事項

- i) 引数INDは加え合わせることができる。したがって、もとのフーリエ・スペクトルとパワ・スペクトルが、ともに与えられたときは、IND = 110 (100 + 010)と書いてもよい。しかし

$IND = 010$ でも結果は同じである。

ii) $BAND/DF$ は $560/151$ より大きく，かつ $14000/150$ および $140(N-1)/151$ のうち，小さいものより小さくならない。

iii) 引数 $BAND=0$.とした場合は，平滑化は行われない。

【計算法】

まず指定されたバンド幅に応じてParzenのスペクトル・ウィンドウ

$$W(f) = \frac{3}{4} u \left(\frac{\sin \frac{\pi u f}{2}}{\frac{\pi u f}{2}} \right)^4$$

を作成し，これによってパワ・スペクトルの移動平均

$$\bar{G}(f) = \int_{-\infty}^{\infty} G(g) W(f-g) dg$$

を，数值的に実行する．ウィンドウの幅は，横軸の $\pm f = 2/u$ で打切っている。

引数として指定する平滑化のためのバンド幅には，上記の注意事項に記したように，いくつかの制約がある．これらは，ウィンドウの幅が，与えられたスペクトルの長さに比べて広過ぎないように，またプログラミング上，ウィンドウの形を101個以内の数値で表わすようにしたためである．しかし，どの制約も実用上困るようなものではない．バンド幅をゼロと指定したときは，平滑化を行わないで，主プログラムに戻る。

スペクトルにウィンドウをかける場合，スペクトルの両端付近では，ウィンドウの幅がスペクトルからはみ出してしまう．このようなときは，スペクトルの折曲げ関係を利用して，はみ出した部分の値を，再びスペクトルの範囲内に折り込んでいる。

最初にフーリエ・スペクトルが与えられたときは，いったんこれをパワ・スペクトルに直して平滑化し，最後に平滑化されたパワ・スペクトルからフーリエ・スペクトルを求めている．このように，平滑化を直接フーリエ・スペクトルでなく，パワ・スペクトルについて行うのは，原波形のもつパワに変化を与えないためである。

【プログラム】

```

C * * * * * SWIN 1
C   SUBROUTINE FOR SMOOTHED SPECTRA BY PARZEN'S SPECTRAL WINDOW SWIN 2
C * * * * * SWIN 3
C SWIN 4
C                               CODED BY Y.OHSAKI SWIN 5
C SWIN 6
C   SUBROUTINE SWIN(NFOLD,F,G,ND,IND,DF,BAND) SWIN 7
C SWIN 8
C   DIMENSION F(ND),G(ND),W(101),G1(4497),G2(4497) SWIN 9
C SWIN 10
C   INITIALIZATION SWIN 11
C SWIN 12
C   T=1./DF SWIN 13
C   IF(BAND.EQ.0.) GO TO 120 SWIN 14
C   UDF=1.854305/BAND*DF SWIN 15
C   IF(UDF.GT.0.5) GO TO 230 SWIN 16
C   LMAX=IFIX(2./UDF)+1 SWIN 17
C   IF(LMAX.GT.101) GO TO 240 SWIN 18
C SWIN 19
C   SPECTRAL WINDOW SWIN 20
C SWIN 21

```

W(1)=0.75*UDF	SWIN	22
DO 110 L=2,LMAX	SWIN	23
DIF=1.570796*REAL(L-1)*UDF	SWIN	24
W(L)=W(1)*(SIN(DIF)/DIF)**4	SWIN	25
110 CONTINUE	SWIN	26
C	SWIN	27
C CONVERSION FROM FOURIER TO POWER SPECTRUM	SWIN	28
C	SWIN	29
120 IF(IND.NE.100) GO TO 140	SWIN	30
G(1)=F(1)**2/T	SWIN	31
DO 130 K=2,NFOLD-1	SWIN	32
G(K)=2.*F(K)**2/T	SWIN	33
130 CONTINUE	SWIN	34
G(NFOLD)=F(NFOLD)**2/T	SWIN	35
C	SWIN	36
C SMOOTHING OF POWER SPECTRUM	SWIN	37
C	SWIN	38
140 IF(BAND.EQ.0.) GO TO 210	SWIN	39
LL=LMAX*2-1	SWIN	40
LN=LL-1+NFOLD	SWIN	41
LT=(LL-1)*2+NFOLD	SWIN	42
LE=LT-LMAX+1	SWIN	43
DO 150 K=1,LT	SWIN	44
G1(K)=0.	SWIN	45
150 CONTINUE	SWIN	46
DO 160 K=1,NFOLD	SWIN	47
G1(LL-1+K)=G(K)	SWIN	48
160 CONTINUE	SWIN	49
DO 180 K=LMAX,LE	SWIN	50
S=W(1)*G1(K)	SWIN	51
DO 170 L=2,LMAX	SWIN	52
S=S+W(L)*(G1(K-L+1)+G1(K+L-1))	SWIN	53
170 CONTINUE	SWIN	54
G2(K)=S	SWIN	55
180 CONTINUE	SWIN	56
DO 190 L=2,LMAX	SWIN	57
G2(LL+L-1)=G2(LL+L-1)+G2(LL-L+1)	SWIN	58
G2(LN-L+1)=G2(LN-L+1)+G2(LN+L-1)	SWIN	59
190 CONTINUE	SWIN	60
DO 200 K=1,NFOLD	SWIN	61
G(K)=G2(LL-1+K)	SWIN	62
200 CONTINUE	SWIN	63
C	SWIN	64
C SMOOTHED FOURIER SPECTRUM	SWIN	65
C	SWIN	66
210 F(1)=SQRT(G(1)*T)	SWIN	67
DO 220 K=2,NFOLD-1	SWIN	68
F(K)=SQRT(G(K)*T/2.)	SWIN	69
220 CONTINUE	SWIN	70
F(NFOLD)=SQRT(G(NFOLD)*T)	SWIN	71
RETURN	SWIN	72
C	SWIN	73
230 WRITE(6,601)	SWIN	74
STOP	SWIN	75
240 WRITE(6,602)	SWIN	76
STOP	SWIN	77
C	SWIN	78
C FORMAT STATEMENTS	SWIN	79
C	SWIN	80
601 FORMAT('BANDWIDTH IS TOO NARROW')	SWIN	81
602 FORMAT('BANDWIDTH IS TOO WIDE')	SWIN	82
END	SWIN	83

【使用例】 ファイル EQ.01 より，地震動データの時間間隔，個数，データを読み取って，フーリエ・スペクトルを描き，バンド幅を 1.2 0.8 0.4 Hz と変えて，ウィンドウ・クロージングを試みよ．

[解]

プログラム：

```

DIMENSION DATA(800),F(513),G(513),F1(513),FF(513,4)          1
C                                                                    2
READ(5,501) DT,NN,(DATA(M),M=1,NN)                               3
CALL FPAC(NN,DATA,800,DT,100,F,G,G,513,NFOLD,DF)                 4
DO 130 IBAND=1,4                                                  5
BAND=REAL(4-IBAND)*0.4                                           6
DO 110 K=1,NFOLD                                                  7
F1(K)=F(K)                                                        8
110 CONTINUE                                                       9
CALL SWIN(NFOLD,F1,G,513,100,DF,BAND)                             10
DO 120 K=1,NFOLD                                                  11
FF(K,IBAND)=F1(K)                                                12
120 CONTINUE                                                       13
130 CONTINUE                                                       14
STOP                                                                15
C                                                                    16
501 FORMAT(T51,F10.0,I10/(8F10.0))                                17
END                                                                    18

```

アウトプット：結果は，平滑化されたフーリエ・スペクトルが，バンド幅ごとに配列 *FF* に格納されており，図示すれば次図のとおりである．



