

## プログラムのページ

担当 鈴木 誠道

### 7404 ワン・パス法によるデータ平滑化

吉本富士市 (明石工業高等専門学校)・  
市田浩三・清野 武 (京都大学工学部)

#### 1. 概要

データの1端から少しずつ平滑化を行なっていく方法をワン・パス法という。ワン・パス法は、特にデータをオンラインで処理する場合に適している。ここでは、区分的3次関数を用いる方法<sup>1)</sup>の中の変形アルゴリズムのプログラムについて述べる。計算例は文献を参照されたい。

#### 2. プログラムの説明

データをカードから読み取りながら平滑化を行なっていく。結果は、各区間が平滑化されるごとにラインプリンタへ印刷する。印刷するものは、まず、節点と、それに対する関数値および1次微分の値である。これに続いて、データ、平滑化された関数値および残差を印刷する。過去のデータは、平滑化しようとする区間の長さの半分に含まれるものを考慮している。最初の区間は、その後の区間とは少し計算が異なるので、別のサブルーチンで計算する。最後の区間は、仮の関数  $s_{i,1}(x)$  を平滑化された関数とする。以下、サブルーチンの説明をする。

SMOOT 1:  $y_0, m_0, x^{(1)}, y_1, m_1, a_1, b_1$  の計算。

SMOOT 2:  $x^{(i)}, y_i, m_i, a_i, b_i$  の計算 ( $i \geq 2$ )。

INSATU:  $x^{(i)}, y_i, m_i, S_i(x_i)$  の印刷。

TREND: 平滑化の判定条件に関する計算。

YGAUSS: 正規方程式の計算。

#### 3. 入力データ

つぎのものをカードで与える。

X 0: 最初の節点 (平滑化を始めたい点)。

H S: 節点間隔  $h$  の初期推定値。

DELH:  $h$  の最小の変化量。データ間隔程度。

ND: 最初読み込むデータの量。200 以下であるが、なるべく多くする。

XLAST: 平滑化を終わりたい点。

X(K): 平滑化したいデータの独立変数の値。

F(K): 平滑化したいデータ。

データ・カードの最後には、X(K), F(K) とともに 0.0 を入れておく。

#### 4. 注意

オンライン処理の場合とか、結果をXYプロッタやグラフィック・ディスプレイに出す場合には、このプログラムは少し変更する必要がある。過去のデータを考慮する量は簡単に変更できる。サブルーチンSMOOT 1 をもっと簡単なプログラムで代用すれば、プログラムは小さくなる。データが単調で、 $h$  が非常に大きくなる可能性がある場合は、X, F の配列と ND を大きくする。

#### 参考文献

- 1) 市田浩三, 吉本富士市, 清野武: 区分的3次関数を用いたワン・パス法によるデータ平滑化, 情報処理, Vol. 15, No. 6, pp. 414~418 (1974)。

```

C C C MAIN PROGRAM
XI,XIMI WA SETTEN NO ATAI
YI,YIMI WA KANSUCHI
MI,MIMI WA ICHIJI BIBUN NO ATAI
DIMENSION X(200),F(200)
INTEGER PI,QI,PIK1,QIK1
REAL MI,MIMI
READ(5,10)XO,HS,DELH,ND,XLAST
10 FORMAT(3F10.0,11D,F10.0)
WRITE(6,15)XO,HS,DELH,ND,XLAST
15 FORMAT(1H1//5X,4HND =E15.7,5X,4HHS =F15.7,5X,6HDELH =,
1 E15.7,5X,4HND =E15.7,5X,7HXLAST =E15.7//)
I=IDNASI=1STOP=0
READ(5,20)X(K),F(K),K=1,ND
20 FORMAT(2(5X,F15.0))
M=ND/5
MDO=X(M)
PI=1
CALL SMOOT1(X,F,HS,DELH,XO,PI,YIMI,MIMI,XI,YI,MI,AI,EI,QI)
XI=YO
35 CALL INSATUX(F,XI,YIMI,YIMI,MIMI,AI,RI,PI,QI,I)
IF(XIMI,GE,XMDO)GO TO 30
PI=QI+1
25 XI=XI
YI=YI
MIMI=MIMI
CALL SMOOT2(X,F,HS,DELH,XIMI,YIMI,MIMI,PI,XLAST,XI,YI,MI,
1 AI,BI,QI,AIK1,BIK1,QIK1,ISTOP)
I=I+1
GO TO 35
30 IF(ISTOP,EQ,1000)GO TO 40
DATA 0 100 SITE FURUI DATA 0 SUTERU
LEFTD=QI-PI+1
NDL=ND-LEFTD
DO,45 K=1,NDL
KL=K-LEFTD
X(K)=X(KL)
F(K)=F(KL)
45 CONTINUE
IF(IDNASI,EQ,1000)GO TO 25
ATARASII DATA 0 YOMU
DO 50 K=1,LEFTD
KK=NDL+K
READ(5,55)X(KK),F(KK)
55 FORMAT(2(5X,F15.0))
IF(X(KK),EQ,0.0,AND,F(KK),EQ,0.0)GO TO 60
50 CONTINUE
GO TO 25
60 IDNASI=1000
GO TO 25
40 I=I+1

PIK1=QI+1
CALL INSATUX(F,XI,YI,MI,AIK1,PIK1,QIK1,I)
STOP
END

SUBROUTINE INSATUX(F,XI,YIMI,YIMI,MIMI,AI,PI,PI,QI,I)
SI WA HEIKATUKA SARETA KANSUUCHI
FMSI =A ZANSA
DIMENSION X(200),F(200)
INTEGER PI,QI
REAL MIMI
WRITE(6,51)XIMI,YIMI,YIMI
51 FORMAT(1H0,4X,3MI =E15.7,5X,4HMI =E15.7,5X,
1 4HMI =E15.7)
10 FORMAT(1H0,10X,4HX(K),16X,4HF(K),15X,5H5I(K),
1 15X,7HFMSI(K))
DO 15 K=PI,QI
XI=X(K)-XIMI
SI=XI*MIMI-YIMI+XXIR2R(AI-BI*X(K))
FMSI=F(K)-SI
20 FORMAT(1H ,4X,4(E15.7,5X))
15 CONTINUE
RETURN
END

SUBROUTINE SHOOT1(X,F,HS,DELH,XIMI,PI,YIMI,MIMI,XI,YI,MI,
1 AI,BI,QI)
HH WA SAISYO NO KUKAN NO NAGASA
DIMENSION T1(9),G1(4),T2(20),G2(6),X(200),F(200),T(6,7),G(6)
INTEGER PI,QI,PIK1,QIK1,G1B
REAL MI,MIMI
N=HS
ITA1=ITA2=J=0
M=X(3)-XIMI
165 XI=XIMI+H
XIK1=XI+H
K=PI
65 IF(XI,LE,X(K))GO TO 90
F=K+1
GO TO 85
90 F=K-1
FIK1=F
100 IF(XI,LE,X(K))GO TO 95
F=K+1
GO TO 100
95 FIK1=F+1
GO TO 65 L=1,9
105 T1(L)=0
DO 110 LL=1,4
G1(LL)=0
GO 115 K=PI,QI
XI=X(K)-XIMI
A=XTF(K)
E=XTF(K)A
T1(1)=T1(1)+A
T1(2)=T1(2)+XT
T1(3)=T1(3)+XT*A
T1(4)=T1(4)+XT*B
T1(5)=T1(5)+A
T1(6)=T1(6)+B
T1(7)=T1(7)+A*B
T1(8)=T1(8)+A*B
Y1(9)=T1(9)+B*B
G1(1)=G1(1)+XT*F(K)
G1(2)=G1(2)+F(K)
G1(3)=G1(3)+A*F(K)
G1(4)=G1(4)+B*F(K)
115 CONTINUE
DO 120 L=1,20

```

```

120 T2(L)=0
DO 125 LL=1,6
125 G2(LL)=0
DO 130 K=PIK1,QIK1
XI=X(K)-XIMI
A=(X(K)-XI)*E
F=X(K)*A
C=2.0*H*(X(K)-YI)+H*H
E=X(K)+H*H*(X(K)-XI)
T2(1)=T2(1)+XT*B*B
T2(2)=T2(2)+XI
T2(3)=T2(3)+XT*B
T2(4)=T2(4)+XT*B
T2(5)=T2(5)+XT*A
T2(6)=T2(6)+XT*B
T2(7)=T2(7)+C
T2(8)=T2(8)+C
T2(9)=T2(9)+A
T2(10)=T2(10)+B
T2(11)=T2(11)+C*B
T2(12)=T2(12)+C*B
T2(13)=T2(13)+C*A
T2(14)=T2(14)+C*B
T2(15)=T2(15)+C*B
T2(16)=T2(16)+A*B
T2(17)=T2(17)+A*B
T2(18)=T2(18)+A*A
T2(19)=T2(19)+B*B
T2(20)=T2(20)+B*B
G2(1)=G2(1)+XT*F(K)
G2(2)=G2(2)+F(K)
G2(3)=G2(3)+C*F(K)
G2(4)=G2(4)+B*F(K)
G2(5)=G2(5)+A*F(K)
G2(6)=G2(6)+B*F(K)
CONTINUE
130 T( , ) = G( ) WA SEIKI HODOTEISYI NO YOSU
T(1,1)=T1(1)+T2(1)
T(1,2)=T1(2)+T2(2)+T2(2)
T(1,3)=T1(3)+T2(3)+T2(3)
T(1,4)=T1(4)+T2(4)+T2(4)
T(1,5)=T1(5)+T2(5)
T(1,6)=T1(6)+T2(6)
T(2,1)=T1(1)+T2(1)+T2(1)
T(2,2)=T1(2)+T2(2)+T2(2)
T(2,3)=T1(3)+T2(3)+T2(3)
T(2,4)=T1(4)+T2(4)+T2(4)
T(2,5)=T1(5)+T2(5)
T(2,6)=T1(6)+T2(6)
T(3,1)=T1(1)+T2(1)
T(3,2)=T1(2)+T2(2)+T2(2)
T(3,3)=T1(3)+T2(3)+T2(3)
T(3,4)=T1(4)+T2(4)+T2(4)
T(3,5)=T1(5)+T2(5)
T(3,6)=T1(6)+T2(6)
T(4,1)=T1(1)+T2(1)
T(4,2)=T1(2)+T2(2)
T(4,3)=T1(3)+T2(3)
T(4,4)=T1(4)+T2(4)
T(4,5)=T1(5)+T2(5)
T(4,6)=T1(6)+T2(6)
T(5,1)=T1(1)
T(5,6)=T1(6,5)+T2(1,6)
T(6,1)=T2(2)
G(1)=G1(1)+G2(1)
G(2)=G1(2)+G2(2)
G(3)=G1(3)+G2(3)
G(4)=G1(4)+G2(4)
G(5)=G1(5)
G(6)=G1(6)
CALL Y ACSS(Z,T,G)
MIMI=1+Z*7
YIMI=(2+Z)
AI=(1+Z)
EI=(4+Z)
AIK1=(5+Z)
YI=H*MIMI+YIMI+H*H*(AI+BIRKI)
MI=H*2.0*H*H*AI*(2.0*H*XI+H*H)*BI
CALL TREND(X,F,PI,QI,XIMI,YIMI,MIMI,AI,BI,RI,UI)
IF(MI,GE,UI)GO TO 140
CALL TREND(X,F,PIK1,QIK1,XI,YI,MI,AIK1,BIK1,RIK1,UIK1)
IF(RIK1,GE,UIK1)GO TO 140
TREND =H HANTEIYOKEN GA HANZOKU SARETA BAAI
M=H
MIMI=XIMI
YIMI=YIMI
MDO=M
YI=YI
AIR=AI
BIR=BI
GIB=G1
IF(ITA1,EQ,0)GO TO 145
DH=H/2.0
IF(DH,LT,0.8*DELH)GO TO 150
ITA2=1
GO TO 155
145 IF(J,EQ,0)GO TO 160
DH=2.0*DH
GO TO 155
160 DH=DELH
ITA2=1
J=1000
155 H=H*DH
GO TO 165
TREND NO HANTEIYOKEN GA HANZOKU SARENAI BAAI
140 IF(ITA2,EQ,0)GO TO 170
DH=H/2.0
IF(DH,LT,0.8*DELH)GO TO 150
ITA1=1
GO TO 175
170 IF(J,EQ,0)GO TO 180
DH=2.0*DH
GO TO 175
180 ITA1=1
DH=DELH
J=1000
175 H=H*DH
IF(M,GE,MH)GO TO 165
177 DH=H/2.0
H=H*DH
IF(M,LT,HH)GO TO 177
GO TO 165
C SAITEKI NA ATAI GA KIMARU

```

```

150 HS=HB
    YIM=YIM1B
    MIM=MIM1B
    XI=XIM1+HB
    YI=YIB
    MI=MIB
    AI=AIB
    RI=RBIB
    QI=QIB
    RETURN
    END

SUBROUTINE SMOOT(X,F,HS,HFLH,XIM1,YIM1,MIM1,PI,XLAST,XI,YI,
1 M1,AI,PI,QI,BIK1,BIKI,UISTOP)
C DIMENSION T(6),G(2),T2(10),G2(4),X(200),F(200),T(6,7),G(6)
INTEGE: PI,QI,BIK1,BIKI,PI,T,PIK1,QIB,BIK1B
REAL M1,MIM1
H=HS*(PI*2)-XIM1
H=HS
ITAI=ITAZ=J=0
300 HT=H/2.0
XI=XIM1+H
XIKI=XI+H
XIMI=XI-MI-HT
XIT=XI-HT
K=PI
192 IF(XI*MI.GT.Y(K))GO TO 191
IF(K.EQ.1)GO TO 193
K=K-1
GO TO 192
191 PI=F(K)
GO TO 194
193 PI=T
194 K=PI
200 IF(XI.LE.X(K))GO TO 195
FEK=K
IF(X(K).EQ.0.0.AND.F(K).EQ.0.0)GO TO 215
GO TO 200
195 QI=K-1
PIK1=K
197 IF(XIT.GT.X(K))GO TO 196
K=K-1
GO TO 197
196 FIM1=F(K)
K=PIK1
210 IF(XIK1.LE.X(K))GO TO 205
K=K+1
IF(X(K).EQ.0.0.AND.F(K).EQ.0.0)GO TO 205
GO TO 210
205 QIK1=K-1
IF(PIK1.GE.QIK1-1)GO TO 215
DO 230 L=1,3
DO 231 LL=1,2
231 G1(LL)=0
DO 235 K=PI,T,QI
A=X(K)-XIMI)*H2
B=X(K)*H
F1=F(K)-(X(K)-XIMI)*MIM1-YIM1
T1(1)=T1(1)+ABA
T1(2)=T1(2)+ABF
T1(3)=T1(3)+RHB
G1(1)=G1(1)+RHF1
G1(2)=G1(2)+RHF1
235 CONTINUE
DO 240 L=1,10
T2(L)=0
DO 245 LL=1,4
245 G2(LL)=0
DO 250 K=PIK1,QIK1
C=2.0*MI*(X(K)-XI)*HHH
D=XIK1+HHH*(X(K)-XI)
A=(X(K)-XI)*H*2
R=X(K)*A
F2=F(K)-(X(K)-XIMI)*MIM1-YIM1
T2(1)=T2(1)+C*B
T2(2)=T2(2)+C*D
T2(3)=T2(3)+C*A
T2(4)=T2(4)+C*B
T2(5)=T2(5)+C*B
T2(6)=T2(6)+C*A
T2(7)=T2(7)+C*B
T2(8)=T2(8)+A*A
T2(9)=T2(9)+A*B
T2(10)=T2(10)+B*B
G2(1)=G2(1)+C*B*2
G2(2)=G2(2)+C*B*2
G2(3)=G2(3)+A*B*2
G2(4)=G2(4)+B*F*2
250 CONTINUE
C T( ) + G( ) WA SEIKI HOITEISIKI NO YOUSU
T(1)=T(1)+T2(1)
T(2)=T(2)+T2(2)
T(3)=T(3)+T2(3)
T(4)=T(4)+T2(4)
T(5)=T(5)+T2(5)
T(6)=T(6)+T2(6)
T(7)=T(7)+T2(7)
T(8)=T(8)+T2(8)
T(9)=T(9)+T2(9)
T(10)=T(10)+T2(10)
G(1)=G(1)+G2(1)
G(2)=G(2)+G2(2)
G(3)=G(3)
G(4)=G(4)
CALL YGAUSS(4,T,G)
AI=T(1,5)
BI=T(2,5)
AIK1=T(3,5)
BIK1=T(4,5)
YI=HRM1M1*YIM1+HRH(AI+BI*XI)

MI=MIM1*2.0*HHHAI+(2.0*HHH*MI+HHH)BI
CALL TREND(X,F,PI,T,QI,XIM1,YIM1,MIM1,AI,BI,RI,UI)
IF(RI.GE.UI)GO TO 275
CALL TREND(X,F,PIK1,QIK1,XI,YI,MI,AIK1,BIK1,RIK1,UIK1)
IF(UIK1.GE.UIK1)GO TO 275
TREND NO HANTEI JYOKEN GA MANZOKU SARETA BAAI
QIB=QI
H=H
MI=MIB
AI=AIB
BI=BIIB
CI=QIB
AIK1=AIBIK1B
BIK1=BIK1B
CIK1=CIK1B
IF(XI=HB.LT.XLAST)RETURN
ISTOP=1000
RETURN
END

SUBROUTINE TREND(X,F,PI,QI,XIM1,YIM1,MIM1,AI,BI,RI,UI)
DIMENSION X(200),F(200)
INTEGE: PI,QI
REAL MIM1
PI=ZAN2+0.0
DO 610 K=PI,QI
SIT=(X(K)-XIMI)*MIM1+YIM1+(X(K)-XIMI)*H*2*(AI+BI*X(K))
ZAN=SI-T*(K)
ZAN2=ZAN2+ZAN*H2
IF(K.EQ.PI)GO TO 615
PI=PI+7*AN*ZANH
615 ZANH=ZAN
610 CONTINUE
UI=ZAN2/SQRT(FLOAT(QI-PI))
RETURN
END

SUBROUTINE YGAUSS(MEQ,T,G)
GAUSS-JORDAN NO SYOKYO HO
DIMENSION T(6,7),G(6)
*FQP1=MEQ+1
CO 801 L=1,MEQ
801 T(L,NEQP1)=G(L)
II=1
825 M=II
S=T(II,II)
805 T(II,M)*T(II,M)/S
M=M+1
IF(M.LE.NEQP1)GO TO 805
L=1
820 IF(L.EQ.11)GO TO 810
M=II
S=T(L,II)
815 T(L,M)=T(L,M)-S*T(II,M)
M=M+1
IF(M.LE.NEQP1)GO TO 815
L=L+1
IF(L.LE.NEQ)GO TO 820
II=II+1
IF(II.LE.NEQ)GO TO 825
RETURN
END

```

(昭和49年1月4日受付)