FORTRAN
科学计算与管理程序汇编

车克健　黄佩璋　编

中国铁道出版社

FORTRAN科学计算与管理程序汇编

车克健　黄佩璋　编

中　国　铁　道　出　版　社
1 9 8 7年·北京

内 容 简 介

本书是普及计算方法与程序设计的工具书，内容主要介绍科学计算与科学管理的常用算法及程序。

全书共87个算法，按性质分为十二章。其内容包括：插值、拟合、平滑、特殊函数、数值积分、超越方程、线性代数、常微分方程、观测数据的预处理和常用分布函数、统计分析、线性规划、非线性规划、最优化计算等。

本书可供工程技术人员、计划管理人员作为手册查阅，也可供高等院校有关专业师生学习参考。

FORTRAN科学计算与管理程序汇编

车克健　黄佩璋　编

中国铁道出版社出版

责任编辑 郭宇　封面设计 王毓平

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850×1168毫米$\frac{1}{32}$　印张：20.375　字数：521千

1 9 8 7 年2月　第1版　第1次印刷

印数：0001—5，700册　定价：4.40元

前　言

科学计算与科学管理是计算机应用的两大领域。随着我国科学技术的发展和科学管理的实施，计算机的应用改变了过去侧重于科学计算的状况，开始向科学管理这一广阔领域进军。为了适应这种新形势，我们编写了这本科学计算与科学管理程序汇编。

本汇编的程序是由FORTRAN语言编写而成的。我们编制标准程序的目的是为了避免重复劳动，让用户象使用其他工具一样，方便地使用这些程序，节省编程时间，提高计算机的使用效率。为此，我们在程序的设计、调试，书稿的加工整理等过程中，始终注意到方便性、科学性和准确性。在算法的选择上，我们考虑的原则是适应性强、使用面广、少而精。

为了使汇编的程序具有较强的通用性和易变通性，我们在编写中尽量采用FORTRAN语言最基本的语句功能，即采用同一种语言的不同文本（如FORTRAN Ⅱ 和FORTRAN Ⅳ 等）和不同的语言（如 BASIC、ALGOL60和FORTRAN 等）所共有的语句功能。当然，不同的文本，不同的语言，其各种语句的定义形式，可能有所不同。书后的附录，对本书所用FORTRAN语言，作了简要说明，以便于读者更好地阅读和使用本书。对于无条件使用FORTRAN语言程序的用户，可根据附录的说明，很容易移植为其他语言的程序。

书中每一节的子程序前面都有该子程序所用数学方法简述、流程图及使用说明，后面均有例题和相应的主程序及计算结果。对如何调用该子程序算题，作了具体示范。使用者只要给出输入参数的实在值，按照例题的式样写出主程序，即可上机算题。

由于受版面的限制，我们在程序中多使用了一些继续行。使用者上机算题时，可将某些继续行改写在其前一行的后面。

书后列出了部分有关的参考资料，以便读者进一步了解有关

的计算方法。

本书所编程序均在Z80、HP-3000和FELIXC-512机上实算通过，并按计算机打印的源程序及结果排印。

参加本书编写的有：中国科学院数学研究所车克健（第一、三、四、六、九、十章和第五章的第一至七节）和中国社会科学院工业经济研究所黄佩璋（第二、七、八章和第五章的第八至十二节）。全书由车克健整理。

在程序的调试过程中，中国科学院数学研究所计算站，中国社会科学院工业经济研究所计算站等单位的同志，给了我们大力支持，在此表示衷心的感谢。

书中不当之处，欢迎读者批评指正。

编　　者

一九八五年四月

目 录

第一章　插值、拟合及平滑

第一节　拉格郎日插值

一、数学方法简述

1. 设已知函数 $y(x)$ 的结点值为 $x_i(i=1,2,\cdots,n)$，其对应的函数值为 y_i；对于给定的不是结点的 x，用一元拉格郎日插值公式计算其对应的函数值 $y(x)$。

2. 插值公式

$$y(x)=\sum_{j=1}^{n}\prod_{\substack{i=1\\i\neq j}}^{n}\left(\frac{x-x_i}{x_j-x_i}\right)y_j$$

3. 本节子程序是对 m 个不是结点的 $x_k(k=1,2,\cdots,m)$ 进行成组插值，求出其对应的函数值 $y_k=y(x_k)$。

二、子程序流程图（见图 1－1）

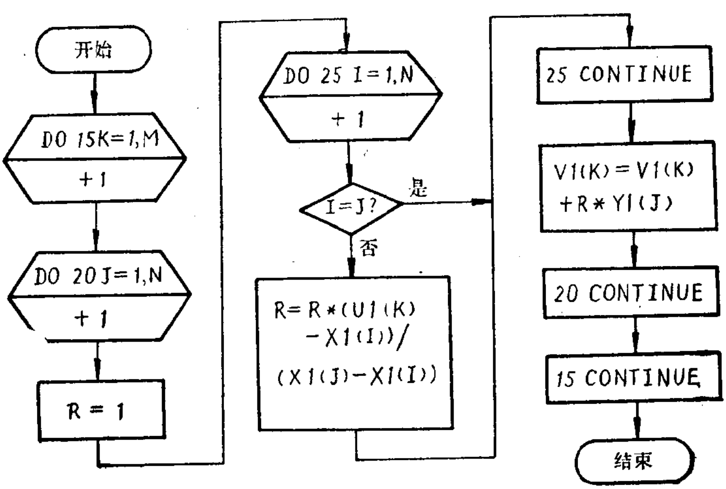

图 1-1　拉格郎日插值流程图

三、子程序使用说明

1. 子程序语句

SUBROUTINE SUB 0101(M,N,X1,Y1,U1,V1)

2. 形式参数(也称哑元或虚拟变元)

N——整型输入参数，为给定的插值结点数；

M——整型输入参数，为给定的要插值的结点数；

X1——实数组 X1(N)，为输入参数，存放给定的插值结点值；

Y1——实数组 Y1(N)，为输入参数，存放给定的插值结点上的函数值；

U1——实数组 U1(M)，输入参数，存放给定的要插值的结点值；

V1——实数组 V1(M)，输出参数，存放求得的要插值结点上的函数值。

四、子程序

```
      SUBROUTINE SUB0101 (M,N,X1,Y1,U1,V1)
      REAL X1(N), Y1(N), U1(M), V1(M)
      DO 15 K=1, M
      DO 20 J=1, N
      R=1.
      DO 25 I=1, N
      IF(I.EQ.J) GOTO 25
      R=R*(U1(K)-X1(I))/(X1(J)-X1(I))
25    CONTINUE
      V1(K)=V1(K)+R*Y1(J)
20    CONTINUE
15    CONTINUE
      RETURN
      END
```

五、例　　题

1．已知 $x_i=-2$，-0.4，0.2，$1,4$；$y_i=24$，-0.2688，-0.0768，0，480。求当 $x_j=-1.5$，-1，$-0.2,0,0.4,0.8$，1.5，2 时的函数值 y_j。

2．主程序

```
      REAL X0(5), Y0(5), U(8), V(8)
      DATA X0/-2., -.4, .2, 1., 4./
      DATA Y0/24., -.2688, -.0768, 0., 480./
      DATA U/-1.5, -1., -.2, 0., .4, .8, 1.5, 2 /
      CALL SUB0101 (8, 5, X0, Y0, U, V)
      WRITE (108, 10) (U(I), V(I), I=1, 8)
10    FORMAT(1X, 1H(, F10.5, 1H, F10.5, 1H))
      STOP
      END
```

3．计算结果

```
(-1.50000,   5.62500)
(-1.00000,   0.00000)
(-0.20000,  -0.07680)
 (0.00000,   0.00000)
 (0.40000,  -0.26880)
 (0.80000,  -0.46080)
 (1.50000,   5.62500)
 (2.00000,  23.99998)
```

第二节　埃特金插值

一、数学方法简述

已知函数 $f(x)$ 的 $n+1$ 个结点 $a_i(i=0,1,\cdots,n)$ 及其对应的 $n+1$ 个函数值 $y_i(i=0,1,\cdots,n)$。

设 $I_0(x)=y_0$，$I_1(x)=y_1$，$\cdots$，$I_n(x)=y_n$

令 $I_{0,1}(x)$ 为用 a_0，a_1 作插值点的一次插值多项式；

$I_{0,2}(x)$为用 a_0，a_2 作插值点的一次插值多项式；

$I_{1,2}(x)$ 为用 a_1，a_2 作插值点的一次插值多项式；

……

$I_{0,1,2}(x)$ 为用 a_0,a_1,a_2 作插值点的二次插值多项式；

$I_{0,1,3}(x)$ 为用 a_0，a_1，a_3 作插值点的二次插值多项式；

$I_{0,1,\cdots,k}(x)$ 为用 a_0，a_1，…，a_k 作插值点的 k 值插值多项式。

有下列关系式成立

$$I_{0,1}(x)=\frac{1}{a_0-a_1}\begin{vmatrix} I_0(x) & x-a_0 \\ I_1(x) & x-a_1 \end{vmatrix}=\frac{(x-a_0)y_1-(x-a_1)y_0}{a_1-a_0}$$

$$I_{0,1,2}(x)=\frac{1}{a_1-a_2}\begin{vmatrix} I_{0,1}(x) & x-a_1 \\ I_{0,2}(x) & x-a_2 \end{vmatrix}=\frac{1}{a_0-a_1}\begin{vmatrix} I_{0,2}(x) & x-a_0 \\ I_{1,2}(x) & x-a_1 \end{vmatrix}$$

……

$$I_{0,1,\cdots,k}(x)=\frac{1}{a_q-a_p}\begin{vmatrix} I_{0,1,\cdots,p-1,p+1,\cdots k}(x) & x-a_q \\ I_{0,1,\cdots,q-1,q+1,\cdots,k}(x) & x-a_p \end{vmatrix}$$

这样，可从 $I_0,I_1,\cdots$出发，逐步求出 $I_{0,1}(x)$，$I_{0,2}(x)$，$I_{1,2}(x)$，…，$I_{0,1,\cdots k}(x)$，成为一系列线性插值问题。

二、子程序流程图（见图1-2）

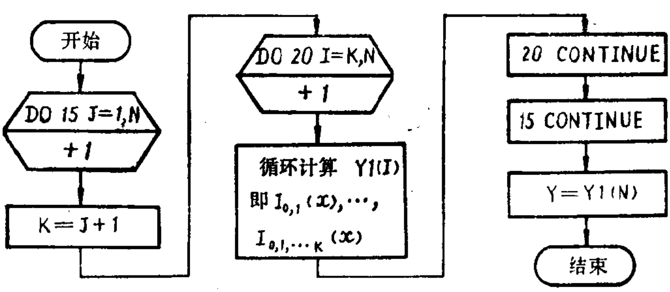

图 1-2 埃特金插值流程图

三、子程序使用说明

1. 子程序语句

SUBROUTINE SUB0102(N,X,X1,Y1,Y)

2. 形式参数

N——整型输入参数，为给定的插值结点数；

X——实型输入参数，为要插值的结点值；

Y——实型输出参数，为求得的 X 点上的函数值；

X1——实数组 X1(N)，输入参数，存放给定的插值结点值；

Y1——实数组 Y1(N)，输入参数，存放给定的插值结点上的函数值。

四、子　程　序

```
      SUBROUTINE SUB0102 (N, X, X1, Y1, Y)
      REAL X1(N), Y1(N)
      DO 15 J=1, N
       K=J+1
      DO 20 I=K, N
      Y1(I)=((X-X1(J))*Y1(I)-(X-X1(I))*Y1(J))/(X1(I)-X1
      (J))
20    CONTINUE
15    CONTINUE
      Y=Y1(N)
      RETURN
      END
```

五、例　　题

1. 已知 x_i=0.3，0.4，0.5，0.6，0.7；y_i=0.29850，0.39646，0.49311，0.58813，0.68122。

求当 x=0.462 时的函数值。

2. 主程序

```
      REAL X0(5), Y0(5)
      X=0.462
      DATA X0/.3,.4,.5,.6,.7/
      DATA Y0/.29850,.39646,.49311,.58813,.68122/
      CALL SUB0102(5, X, X0, Y0, Y)
      WRITE (108, 10) Y
10    FORMAT(1X, 2HY=, F10.5)
      STOP
      END
```

3. 计算结果

Y=0.45656

第三节 二元三点插值

一、数学方法简述

1. 已知函数 $f(x,y)$ 的第一变量（x）的结点值为 x_i（不一定等距，$i=0, 1, \cdots, n$）；第二变量（y）的结点值为 y_j（不一定等距，$j=0, 1, \cdots, m$）。其对应结点上的函数值为 f_{ij}($i=0, 1, \cdots, n$；$j=0, 1, \cdots m$)。对于给定的不是结点的值（x，y），分别选取最靠近 x 的三个点（x_q，x_{q+1}，x_{q+2}）和最靠近 y 的三个点（y_p，y_{p+1}，y_{p+2}），用二元拉格郎日插值公式计算出对应的函数值 $f(x, y)$。

显然，插值结点分布越均匀越密，其对应的函数值相差越小，插值结果越精确。

2. 插值公式

$$f(x, y)=\sum_{i=q}^{q+2}\sum_{j=p}^{p+2}\left(\prod_{\substack{s=q\\s\neq i}}^{q+2}\frac{x-x_s}{x_i-x_s}\right)\left(\prod_{\substack{l=p\\l\neq j}}^{p+2}\frac{y-y_l}{y_j-y_l}\right)f_{ij}$$

本节介绍的二元三点插值方法可对 $l+1$ 个不是结点的变元值（x_k，y_k）（$k=0, 1, \cdots, l$）进行成组插值，求出对应的函数值。

二、子程序流程图（见图 1-3）

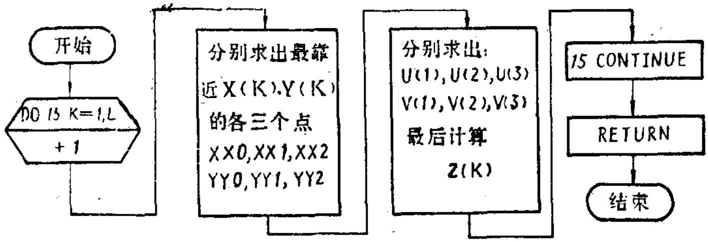

图 1-3　二元三点插值流程图

三、子程序使用说明

1．子程序语句

SUBROUTINE SUB0103(M, N, L, X1, Y1, Z1, X, Y, Z)

2．形式参数

M——y 方向给定的插值结点数；

N——x 方向给定的插值结点数；

L——要插值的结点数；

X1——实数组 X1(N)，输入参数，存放 x 方向给定的插值结点值；

Y1——实数组 Y1(M)，输入参数，存放 y 方向给定的插值结点值；

Z1——实数组 Z1(N, M)，输入参数，存放给定结点上的函数值；

X——实数组 X(L)，输入参数，存放给定的 x 方向的要插值的结点值；

Y——实数组 Y(L)，输入参数，存放给定的 y 方向的要插值

的结点值；

Z ——实数组 Z(L)，输出参数，存放插值结果。

四、子　程　序

```
      SUBROUTINE SUB0103 (M, N, L, X1, Y1,Z1, X, Y, Z)
      REAL X1(N), Y1(M), Z1(N, M), X(L), Y(L), Z(L)
      REAL U(3), V(3)
      N3=N-3
      M3=M-3
      DO 15 K=1, L
      DO 20 I=1, N3
      IF(X(K).LE.X1(I+1)) GOTO 25
20    CONTINUE
      I=N-2
25    DO 30 J=1, M3
      IF(Y(K).LE.Y1(J+1)) GOTO 35
30    CONTINUE
      J=M-2
35    IF(I.EQ.1) GOTO 40
      IF(X(K)-X1(I).GE.X1(I+1)-X(K)) GOTO 40
      I=I-1
40    IF(J.EQ.1) GOTO 45
      IF(Y(K)-Y1(J).GE.Y1(J+1)-Y(K)) GOTO 45
      J=J-1
45    XX0=X1(I)
      XX1=X1(I+1)
      XX2=X1(I+2)
      YY0=Y1(J)
      YY1=Y1(J+1)
      YY2=Y1(J+2)
      U(1)=(X(K)-XX1)*(X(K)-XX2)/((XX0-XX1)*(XX0-
      XX2))
```