

УДК 681.3.06:621.391

ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ КРАТЧАЙШЕГО
 НЕЗАМКНУТОГО ПУТИ (ГРАФ) НА ФОРТРАНЕ

В.С. Тимеркаев

Программа реализует алгоритм, предложенный в [1], и предназначена для построения связного неориентированного графа без петель с минимальной суммарной длиной ребер (кратчайший незамкнутый путь). Результат работы программы - список ребер графа.

1. Описание программы. Программа реализована на языке ФОРТРАН в виде подпрограммы. В данной работе предлагается два варианта программы "GRAPH" и "GRAPHK". В первом варианте в качестве меры расстояния используется евклидова мера, во втором - $(1 - |r_{ij}|)$, где $|r_{ij}|$ - модуль коэффициента корреляции между i -й и j -й реализациями. Обращение к подпрограммам имеет вид:

CALL GRAPH (JA, JB, PA, PB, LP, KTI),

CALL GRAPHK (JA, JB, PA, PB, LP, KTI),

где JA - размерность признакового пространства;

JB - количество реализаций исходного массива;

KTI - константа: если KTI = 0, то происходит выдача на печать графа по построению и графа, упорядоченного по возрастанию ребер, в противном случае - только 1-й вариант;

PA - матрица исходных данных, размерности (JA, JB);

PB - матрица размерности (4, JB), после работы подпрограммы в 3-м столбце матрицы хранятся длины ребер графа;

LP - матрица размерности (5, JB), после работы подпрограммы во 2-м и 3-м столбцах матрицы хранятся соответственно номера начальных и конечных вершин графа.

Подпрограмма " GRAFHK " использует в процессе работы две подпрограммы: " MIDDIK " и " ROOTK ".

SUBROUTINE MIDDIK (KT, KU, PC, PD)

вычисляет центр "тяжести" исходного массива:

KT - размерность признакового пространства,
 KU - количество реализаций,
 PC - матрица исходных данных, размерности (KT, KU),
 PD - матрица размерности (4, KU), в I-м столбце матрицы хранятся координаты центра "тяжести".

SUBROUTINE ROOTK (KP, KQ, PE, PF, KD)

служит для вычисления расстояния между i-й реализацией, находящейся в KD столбце матрицы PF (KD=4), и реализациями матрицы PE. Результат - расстояния находятся в 4-м столбце матрицы PF:

KP - размерность признакового пространства,
 KQ - количество реализаций.

2. Текст программы.

```
SUBROUTINE GRAFHK (JA, JB, PA, PB, LP, KT1)
DIMENSION PA(JA, JB), PB(4, JB), LP(5, JB)
JY=1
PRINT 300
JR=JB-1
JZ=1
JW=1
JS=1
DO 140 J=1, JA
140 PB(1, J)=PA(J, 1)
CALL ROOTK(JA, JB, PA, PB, 1)
DO 141 J=1, JR
PB(1, J)=PB(4, J+1)
141 LP(1, J)=1
142 J=1
PR=9.E18
143 IF(PB(1, J)-PR) 144, 145, 145
144 PR=PB(1, J)
JS=J+1
JP=LP(1, J)
145 J=J+1
IF(J-JR) 143, 143, 146
146 DO 147 J=1, JA
147 PB(2, J)=PA(J, JS)
CALL ROOTK(JA, JB, PA, PB, 2)
DO 148 J=1, JR
```

```
148 PB(2, J)=PB(4, J+1)
LP(2, JY)=JP
LP(3, JY)=JS
PB(3, JY)=PR
JY=JY+1
JZ=JS-1
PB(1, JZ)=8.E17
PB(2, JZ)=8.E17
J=1
149 IF(PB(1, J)-PB(2, J)) 152, 152, 150
150 IF(PB(1, J)-8.E17) 151, 152, 152
151 PB(1, J)=PB(2, J)
LP(1, J)=JS
152 J=J+1
IF(J-JR) 149, 149, 153
153 JW=JW+1
IF(JW-JR) 142, 142, 154
154 IK=1
GO TO 370
369 JW=JR
DO 180 J=1, JR
PR=9.E18
DO 181 I=1, JW
IF(PB(3, I)-PR) 182, 181, 181
182 PR=PB(3, I)
JY=LP(2, I)
JZ=LP(3, I)
JS=I
181 CONTINUE
PB(3, JS)=PB(3, JW)
LP(2, JS)=LP(2, JW)
LP(3, JS)=LP(3, JW)
PB(3, JW)=PR
LP(2, JW)=JY
LP(3, JW)=JZ
180 JW=JW-1
IF(KT1) 183, 184, 183
184 IK=0
370 PRINT 155
JQ=1
JF=10
JY=JR/10
JZ=JY*10
JW=JR-JZ
IF(JW) 360, 360, 361
361 IF(JY) 362, 362, 360
360 DO 363 J=1, JY
PRINT 156, (PB(3, I), I=JQ, JF)
PRINT 157, (LP(2, I), I=JQ, JF)
PRINT 157, (LP(3, I), I=JQ, JF)
JQ=JF+1
363 JF=JF+10
IF(JW) 364, 364, 362
362 JF=JF-9
PRINT 156, (PB(3, I), I=JF, JR)
PRINT 157, (LP(2, I), I=JF, JR)
```

```

PRINT 157, (LP(3,I),I=JF,JR)
364 IF(IK) 369, 183, 369
183 RETURN
300 FORMAT(/50X,25HПРОГРАММА КРАТЧАЙШИЙ ПУТЬ//)
155 FORMAT(60X,4HГРАФ/50X, 11HДЛИНА РЕБЕР/50X,13HНОМЕРА ВЕРШИН)
156 FORMAT(10E10.3)
157 FORMAT(10I10)
END

```

```

SUBROUTINE ROOTK(KP,KQ,PE,PF,KD)
DIMENSION PE(KP,KQ),PF(4,KQ)
VA=0
VB=0
DO 400 K=1,KP
400 VA=VA+PF(KD,K)
VA=VA/KP
DO 401 K=1,KP
401 VB=VB+(VA-PF(KD,K))**2
VB=VB/(KP-1)
VB=SQRT(VB)
DO 402 L=1,KQ
VD=0
VN=0
DO 403 K=1,KP
403 VD=VD+PE(K,L)
VD=VD/KP
DO 404 K=1,KP
404 VN=VN+(VD-PF(K,L))**2
VN=VN/(KP-1)
VN=SQRT(VN)
VR=0
DO 405 K=1,KP
405 VR=VR+(VA-PF(KD,K))*(VD-PF(K,L))
VD=(VB*VN*(KP-1))
IF(VD) 406, 402, 406
406 VD=VR/VD
402 PF(4,L)=1-ABS(VD)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE GRAPH(JA,JB,PA,PB,LP,KT1)
DIMENSION PA(JA,JB),PB(4,JB),LP(5,JR)
JY=1
PRINT 300
JR=JB-1
JZ=1
JW=1
JS=1
DO 140 J=1,JR
PB(J,J)=0
DO 140 I=1,JA
PB(1,J)=PB(1,J)+(PA(I,1)-PA(I,J+1))**2
140 CONTINUE

```

```

DO 141 J=1,JR
PB(1,J)=SQRT(PB(1,J))
141 LP(1,J)=1
142 J=1
PR=9.E18
143 IF(PB(1,J)-PR) 144,145,145
144 PR=PB(1,J)
JS=J+1
JP=LP(1,J)
145 J=J+1
IF(J-JR) 143,143,146
146 DO 147 J=1,JR
PB(2,J)=0
DO 147 I=1,JA
PB(2,J)=PB(2,J)+(PA(I,JS)-PA(I,J+1))**2
147 CONTINUE
DO 148 J=1,JR
148 PB(2,J)=SQRT(PB(2,J))
LP(2,JY)=JP
LP(3,JY)=JS
PB(3,JY)=PR
JY=JY+1
JZ=JS-1
PB(1,JZ)=8.E17
PB(2,JZ)=8.E17
J=1
149 IF(PB(1,J)-PB(2,J)) 152,152,150
150 IF(PB(1,J)-8.E17) 151,152,152
151 PB(1,J)=PB(2,J)
LP(1,J)=JS
152 J=J+1
IF(J-JR) 149,149,153
153 JW=JW+1
IF(JW-JR) 142,142,154
154 IK=1
GO TO 370
369 JW=JR
DO 180 J=1,JR
PR=9.E18
DO 181 I=1,JW
181 IF(PB(3,I)-PR) 182,181,181
182 PR=PB(3,I)
JY=LP(2,I)
JZ=LP(3,I)
JS=I
181 CONTINUE
PB(3,JS)=PB(3,JW)
LP(2,JS)=LP(2,JW)
LP(3,JS)=LP(3,JW)
PB(3,JW)=PR
LP(2,JW)=JY
LP(3,JW)=JZ
180 JW=JW-1
IF(KT1) 183,184,183
184 IK=0
370 PRINT 155

```

```

JQ=1
JY=10
JY=JR/10
JZ=JY*10
JW=JR-JZ
361 IF(JW) 360,360,361
360 IF(JY) 362,362,360
DO 363 J=1,JY
PRINT 156,(PB(3,I),I=JQ,JF)
PRINT 157,(LP(2,I),I=JQ,JF)
PRINT 157,(LP(3,I),I=JQ,JF)
JQ=JF+1
363 JF=JF+10
IF(JW) 364,364,362
362 JF=JF-9
PRINT 156,(PB(3,I),I=JF,JR)
PRINT 157,(LP(2,I),I=JF,JR)
PRINT 157,(LP(3,I),I=JF,JR)
364 IF(LK) 369,183,369
183 RETURN
300 FORMAT(/50X,25NПРОГРАММА КРАТЧАЙШИЙ ПУТЬ/)
155 FORMAT(60X,4NГРАФ/ 50X,11NДЛИНА РЕБЕР/50X,13NНОМЕРА ВЕРШИН)
156 FORMAT(10E10.3)
157 FORMAT(10I10)
END

```

3. Тестовая задача. Пусть необходимо соединить 60 точек кратчайшим незамкнутым путем.

Информация задается в виде JA = 2; JB = 60; KM = 0.

Массив исходных данных приводится в порядке ввода его в ЭВМ:

```

PA(2,60)= (9., 67., 13., 52., 23., 80., 28., 67.,36.,52.,
37., 71., 55., 81., 49., 83., 70., 83., 59., 84., 67.,85.,53.,
85., 45., 85., 22., 87., 24., 88., 36., 87., 56., 89.,23.,90.,
15., 96., 85., 95., 27., 95., 20., 98., 12.,103.,94.,103.,82.,
107.,87., 99., 35.,101., 31.,112., 78.,114.,87.,130.,66.,100.,
28.,100., 25.,102., 19.,100., 15.,100., 17.,106.,12.,109.,18.,
107.,24.,128., 83.,130., 91.,128., 98.,124.,93.,118.,97.,130.,
55.,133., 53.,135., 54.,135., 60.,147., 64.,140.,66.,58.,141.,
56.,138., 50.,141., 47.,145., 45.,142., 53.)

```

В результате работы подпрограммы на печать выдаются следующие результаты (см.стр. 47):

1. Длина ребер графа - 1-я строка.
2. Номера начальных вершин - 2-я строка.
3. Номера конечных вершин - 3-я строка.

ПРОГРАММА КРАТЧАЙШИЙ ПУТЬ

ГРАФ	ДЛИНА РЕБЕР	НОМЕРА ВЕРШИН
1	552+01	1 900+01
1	1	4
2	4	5
3	3	10
4	5	17
5	657+00	8 062+00
6	162+00	9 220+00
7	11	9 11
8	10	13
9	19	16
10	20	21
11	20	25
12	36	37
13	47	36
14	32	40
15	31	40
16	15	40
17	14	40
18	15	42
19	14	19
20	41	24
21	42	29
22	41	24
23	42	29
24	47	44
25	47	44
26	48	45
27	47	44
28	47	44
29	48	44
30	47	44
31	50	52
32	51	57
33	49	58
34	50	59
35	49	59
36	50	59
37	50	59
38	50	59
39	50	59
40	50	59
41	50	59
42	50	59
43	50	59
44	50	59
45	50	59
46	50	59
47	50	59
48	50	59
49	50	59
50	50	59
51	50	59
52	50	59
53	50	59
54	50	59
55	50	59
56	50	59
57	50	59
58	50	59
59	50	59
60	50	59
61	50	59
62	50	59
63	50	59
64	50	59
65	50	59
66	50	59
67	50	59
68	50	59
69	50	59
70	50	59
71	50	59
72	50	59
73	50	59
74	50	59
75	50	59
76	50	59
77	50	59
78	50	59
79	50	59
80	50	59
81	50	59
82	50	59
83	50	59
84	50	59
85	50	59
86	50	59
87	50	59
88	50	59
89	50	59
90	50	59
91	50	59
92	50	59
93	50	59
94	50	59
95	50	59
96	50	59
97	50	59
98	50	59
99	50	59
100	50	59
101	50	59
102	50	59
103	50	59
104	50	59
105	50	59
106	50	59
107	50	59
108	50	59
109	50	59
110	50	59
111	50	59
112	50	59
113	50	59
114	50	59
115	50	59
116	50	59
117	50	59
118	50	59
119	50	59
120	50	59
121	50	59
122	50	59
123	50	59
124	50	59
125	50	59
126	50	59
127	50	59
128	50	59
129	50	59
130	50	59
131	50	59
132	50	59
133	50	59
134	50	59
135	50	59
136	50	59
137	50	59
138	50	59
139	50	59
140	50	59
141	50	59
142	50	59
143	50	59
144	50	59
145	50	59
146	50	59
147	50	59
148	50	59
149	50	59
150	50	59
151	50	59
152	50	59
153	50	59
154	50	59
155	50	59
156	50	59
157	50	59
158	50	59
159	50	59
160	50	59
161	50	59
162	50	59
163	50	59
164	50	59
165	50	59
166	50	59
167	50	59
168	50	59
169	50	59
170	50	59
171	50	59
172	50	59
173	50	59
174	50	59
175	50	59
176	50	59
177	50	59
178	50	59
179	50	59
180	50	59
181	50	59
182	50	59
183	50	59
184	50	59
185	50	59
186	50	59
187	50	59
188	50	59
189	50	59
190	50	59
191	50	59
192	50	59
193	50	59
194	50	59
195	50	59
196	50	59
197	50	59
198	50	59
199	50	59
200	50	59

Л и т е р а т у р а

1. ОРЭ О. Теория графов. М., изд-во "Наука", 1968.
2. ПРИМ Р.К. Кратчайшие связывающие сети и некоторые обобщения. - Кибернетический сборник, 1961, № 2.

Поступила в ред.-изд.отд.
1 апреля 1973 г.