OPTIMIZAREA RUTELOR DE TRANSMISIUNE A DATELOR ÎN REȚELELE DE COMUNICAȚII PRIN INTERMEDIUL ALGORITMULUI LUI FORD

Ana NISTIRIUC,
Victor ABABII,
Andrei CHIHAI,
Dinu ȚURCANU,
Ion NISTIRIUC,
Natalia SHARMA POPOVICI,
Pavel V. NISTIRIUC,
Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: *In this paper is analyzed the use of the Ford algorithm for determining the minimum length routes in the communication networks.*

Introducere

Algoritmul lui Ford permite să determinăm rutele de valoarea minimă în rețelele de comunicații prin utilizarea unui graf orientat *G=(X,Y)* cu și fără circuite, de la un nod ***s*** la toate celelalte noduri [1]. Fie $l(u)$valoarea unei rute $u \epsilon Y$.

În particular, algoritmul determină, în cazul în care se solicită, rutele de valoare minimă de la nodul ***s*** la un alt nod *t*. Dacă graful este neorientat sau parțial orientat, fiecărei rute *u* cu extremitățile *i* și *j* și valoarea $l(u)$ se asociază două rute *(i,j)* și *(j,i)* cu aceiași valorea $l_{ij} = l_{ji} = l(u)$.

Fiecărui nod *j* se asociază o variabilă λ_j care va asigura valoarea cea mai mică a rutelor de la nodul ***s*** la nodul *j* ($\lambda_s = 0$).

La utilizarea algoritmului lui Ford, inițial se întocmește un tabel cu toate nodurile grafului rețelei de comunicații și corespunzător cu valorile $\lambda_s = 0, \lambda_j = \infty, j \neq s$, prin utilizarea următorilor doi pași:

● Pasul 1. Pentru toate rutele $(i,j) \epsilon Y$ se compară(dacă are sens) diferența $\lambda_j - \lambda_i$ cu valoarea l_{ij}. Dacă $\lambda_j - \lambda_i > l_{ij}$, atunci $\lambda_j = \lambda_i + l_{ij}$. Dacă $\lambda_j - \lambda_i \leq l_{ij}$ se trece la examinarea unei alte rute. Se repetă pasul 1 într-o nouă iterație până când, pentru toate rutele $(i,j) \epsilon Y$, se verifică relația:

$$\lambda_j - \lambda_i \le l_{ij}, \qquad (1)$$

după care se trece la pasul 2.

●Pasul 2. Rutele de valoare minimă de la nodul ***s*** la celelalte noduri se reconstituie din rutele *(i,j)*, care verifică relația cu egalitatea, adică:

$$\lambda_j - \lambda_i = l_{ij} \qquad (2)$$

Rutele cu care verifică egalitate (2) formează un graf parțial al rutelor de lungime minimă de la nodul ***s*** la toate celelalte noduri ale grafului rețelei de comunicații. Rutele de valoare maximă se pot obține cu algoritmul lui Ford inițializând $\lambda_s = 0, \lambda_i = -\infty, i \ne s$ și substituind inegalitățile(>,≤) din pașii 1 și 2 prin inegalitățile (<,≥) iar cuvântul "min" prin "max".

Partea de bază

Posibilitățile de comunicare între localitățile 1 și 6 sunt reprezentate prin graful rețelei de comunicații din fig.1, unde fiecărei rute *i* se asociază lungimea (în zeci de km) a tronsoanelor respective. Se solicită, determinarea traseului de lungime minimă între localitățile 1 și 6.

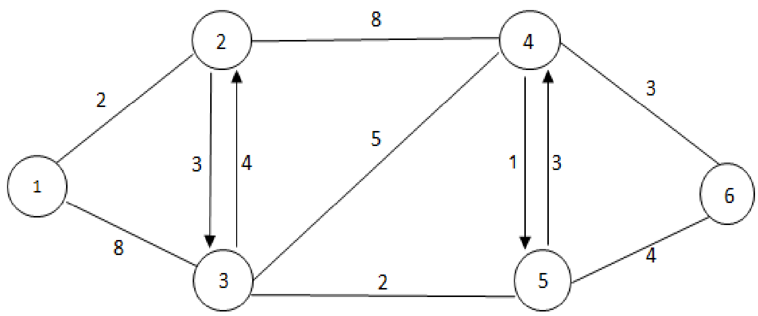

Fig.1. Graful rețelei de comunicații

Traseul minim între nodurile 1 si 6 se determină cu ajutorul algoritmului lui Ford. Fiecare rută cu extremitățile *i* și *j* definteşte două arce *(i,j)* și *(j,i)* cu aceeași lungime ($l_{ij} = l_{ji}$).

Inițial, fiecărui nod *j* al grafului se asociază variabilele λ_j. Se ia $\lambda_i = 0$ *și* $\lambda_j = \infty, j \ne 1$.

Valorile λ_j sunt prezentate după fiecare iterație în tabelul 1.

Tabelul 1. Rutele conform iterațiilor 1 și 2.

J	λ_i	Inițializare	Iterația 1	Iterația 2
1	λ_1	0	0	0
2	λ_2	∞	2	2
3	λ_3	∞	8,5	5
4	λ_4	∞	10,8	8
5	λ_5	∞	7	7
6	λ_6	∞	11	11

Iterația 1

Pentru fiecare rută (arc) *(i,j)* dacă relația $\lambda_j - \lambda_i > l_{ij}$ se verifică, atunci $\lambda_j = \lambda_i + l_{ij}$ (pasul *1* din algoritmul lui Ford):

(1,2) $\lambda_2 - \lambda_1 = \infty > 2 \Rightarrow \lambda_2 = \lambda_1 + 2 = 2;$

(1,3) $\lambda_3 - \lambda_1 = \infty > 8 \Rightarrow \lambda_3 = \lambda_1 + 8 = 8;$

(2,1) $\lambda_1 - \lambda_2 = 0 - 2 = -2 < 2;$

(2,3) $\lambda_3 - \lambda_2 = 8 - 2 = 6 > 3 \Rightarrow \lambda_3 = \lambda_2 + 3 = 5$

(2,4) $\lambda_4 - \lambda_2 = \infty > 8 \Rightarrow \lambda_4 = \lambda_2 + 8 = 10;$

(3,1) $\lambda_1 - \lambda_3 = 0 - 5 = -5 < 8;$

(3,2) $\lambda_2 - \lambda_3 = 2 - 5 = -3 < 4;$

(3,4) $\lambda_4 - \lambda_3 = 10 - 5 = 5 = 5;$

(3,5) $\lambda_5 - \lambda_3 = \infty > 2 \Rightarrow \lambda_5 = \lambda_3 + 2 = 7;$

(4,2) $\lambda_2 - \lambda_4 = 2 - 10 = -8 < 8;$

(4,3) $\lambda_3 - \lambda_4 = 5 - 10 = -5 < 5;$

(4,5) $\lambda_5 - \lambda_4 = 7 - 10 = -3 < 3;$

(4,6) $\lambda_6 - \lambda_4 = \infty > 3 \Rightarrow \lambda_6 = \lambda_4 + 3 = 13;$

(5,3) $\lambda_3 - \lambda_5 = 5 - 7 = -2 < 2;$

(5,4) $\lambda_4 - \lambda_5 = 10 - 7 = 3 > 1 \Rightarrow \lambda_4 = \lambda_5 + 1 = 8;$

(5,6) $\lambda_6 - \lambda_5 = 13 - 7 = 6 > 4 \Rightarrow \lambda_6 = \lambda_5 + 4 = 11.$

Iterația 2

Se reia pasul 1:

(1,2) $\lambda_2 - \lambda_1 = 2 - 0 = 2 = 2;$

(1,3) $\lambda_3 - \lambda_1 = 5 - 0 = 5 < 8;$

(2,1) $\lambda_1 - \lambda_2 = 0 - 2 = -2 < 2;$

(2,3) $\lambda_3 - \lambda_2 = 5 - 2 = 3 = 3;$

(2,4) $\lambda_4 - \lambda_2 = 8 - 2 = 6 < 8;$

(3,1) $\lambda_1 - \lambda_3 = 0 - 5 = -5 < 8;$

(3,2) $\lambda_2 - \lambda_3 = 2 - 5 = -3 < 4;$

(3,4) $\lambda_4 - \lambda_3 = 8 - 5 = 3 < 5;$

(3,5) $\lambda_5 - \lambda_3 = 7 - 5 = 2 = 2;$

(4,2) $\lambda_2 - \lambda_4 = 2 - 8 = -6 < 8;$

(4,3) $\lambda_3 - \lambda_4 = 5 - 8 = -3 < 5;$

(4,5) $\lambda_5 = \lambda_4 = 7 - 8 = -1 < 3;$

(4,6) $\lambda_6 - \lambda_4 = 11 - 8 = 3 = 3;$

(5,3) $\lambda_3 - \lambda_5 = 5 - 7 = -2 < 2;$

(5,4) $\lambda_4 - \lambda_5 = 8 - 7 = 1 = 1;$

(5,6) $\lambda_6 - \lambda_5 = 11 - 7 = 4 = 4.$

În iterația 2 valorile variabilelor λ_i nu s-au modificat. Acestea înseamnă, că algoritmul s-a terminat și rutele minime între localitățile 1 și 6 sunt date de arcele(i,j) care realizează egalitatea

$\lambda_j - \lambda_i = l_{ij}$.

Încheiere

S-a constatat, că pentru graful rețelei de comunicații reprezentat în fig. 1, conform algoritmului lui Ford, rutele care realizează egalitatea $\lambda_j - \lambda_i = l_{ij}$ sunt: (1,2), (2,3) , (3,5), (4,6), (5,4),(5,6), iar rutele de valoarea minimă pentru graful retelei de comunicatii sunt reprezentate în fig.2.

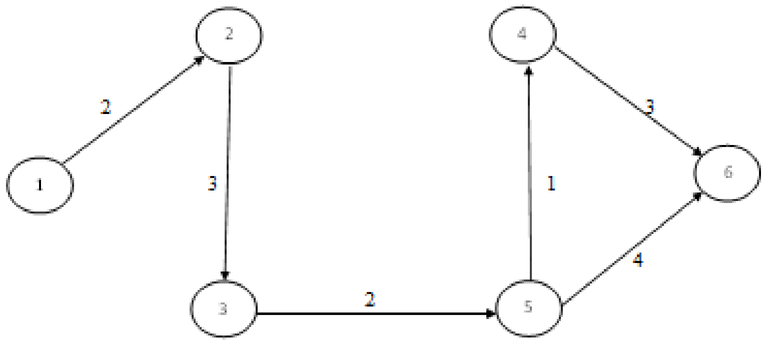

Fig.2. Rute de valoare minimă în graful rețelei de comunicații

Astfel, între localitățile 1 și 6 există două taseuri de lungime minimă egală cu 11(în zeci de km), care trec prin următoarele noduri ale rețelei de comunicații: $\mu_1 = [1,2,3,5,4,6]$ și

$\mu_2 = [1,2,3,5,6]$.