

ΘΕΜΑ 1, εργασία 1, 2021-2022

Το δίκτυο τοπολογίας δακτυλίου του κατωτέρω σχήματος, σχεδιάστηκε ώστε να ικανοποιεί μια συγκεκριμένη προδιαγραφή ποιότητας εξυπηρέτησης σε κάθε τερματική ζεύξη. Οι κλάδοι του δικτύου είναι δικατευθυντήριοι. Κατά τον σχεδιασμό – διαστασιολόγηση του δικτύου, το φορτίο κίνησης ήταν το ίδιο σε κάθε τερματική ζεύξη (διαδρομή μεταξύ δύο τερματικών κόμβων) και σε κάθε κατεύθυνση της κίνησης. Απαιτήθηκαν 10 trunks ανά τερματική ζεύξη (αν αντιστοιχίσουμε 64 Kbits/s σε κάθε trunk, τότε τα 10 trunks αντιστοιχούν σε bandwidth 640 Kbits/s). Ο πίνακας δρομολόγησης της κίνησης με την χωρητικότητα (σε trunks – 3^η στήλη) κάθε διαδρομής φαίνεται κάτω από το σχήμα. Η επεξήγηση των διαδρομών του πίνακα δρομολόγησης (με βάση το σχήμα) βρίσκεται παραπλεύρως του σχήματος.

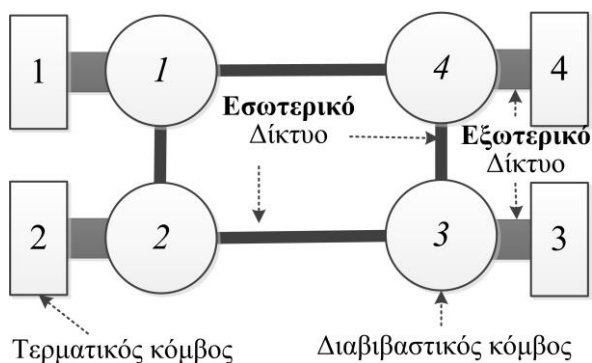
Με την πάροδο του χρόνου, η κίνηση στο δίκτυο αυτό μετεβλήθη και δεν είναι πλέον ίδια σε κάθε τερματική ζεύξη. Για να διατηρηθεί ικανοποιητική ποιότητα εξυπηρέτησης στις ζεύξεις του δικτύου, απαιτείται ανακατανομή (αλλαγή) των χωρητικότητων των διαδρομών μεταξύ των τερματικών κόμβων του δικτύου. Όμως η συνολική εγκατεστημένη χωρητικότητα σε trunks στους κλάδους του δικτύου παραμένει αμετάβλητη. Δηλαδή δεν προσθέτουμε επιπλέον trunks στο δίκτυο (σε καμία ζεύξη ή κλάδο).

Να ευρεθεί:

- σε κάθε κλάδο του δικτύου, η εγκατεστημένη χωρητικότητά του σε trunks και το bandwidth που αντιστοιχεί. Συμπληρώστε την 2^η στήλη του πίνακα «Χωρητικότητα Κλάδων».
- αν η νέα κατανομή των trunks που φαίνεται στην 4^η στήλη του πίνακα δρομολόγησης μπορεί να εφαρμοσθεί στο δίκτυο.
- αν η νέα κατανομή των trunks που φαίνεται στην 5^η στήλη του πίνακα δρομολόγησης μπορεί να εφαρμοσθεί στο δίκτυο.
- η χωρητικότητα που χρησιμοποιείται σε κάθε κλάδο του δικτύου, συμπληρώνοντας τις στήλες 3 και 4, του πίνακα «Χωρητικότητα Κλάδων», σε περίπτωση θετικής απάντησης στα ερωτήματα (B) και (Γ), αντιστοίχως.

Ζητείται: Η απάντησή σας στο (B) και (Γ) να δοθεί καταστρώνοντας πρόβλημα Γραμμικού Προγραμματισμού, στο οποίο οι περιορισμοί να προκύπτουν από τους περιορισμούς της χωρητικότητας των κλάδων του δικτύου (την τοπολογία του) και τις απαιτήσεις επικοινωνίας μεταξύ όλων των τερματικών κόμβων, ανά κατεύθυνση, οι οποίες (απαιτήσεις) εκφράζονται από την χωρητικότητα κάθε διαδρομής. Ως αντικειμενική συνάρτηση (προς βελτιστοποίηση) μπορείτε να θέσετε το αλγεβρικό άθροισμα όλων των μεταβλητών του προβλήματος (η αντικειμενική αυτή συνάρτηση είναι εικονική καθόσον η τιμή της είναι σταθερή, όμως με αυτήν συνθέτουμε πρόβλημα Γραμμικού Προγραμματισμού που μπορούμε να το επιλύσουμε με καθιερωμένους τρόπους εύκολα). Αν το πρόβλημα του Γραμμικού Προγραμματισμού έχει λύση, τότε η απάντησή σας στα ερωτήματα (B) και (Γ) θα είναι θετική, διαφορετικά θα είναι αρνητική. Για την επίλυσή του προτείνεται να χρησιμοποιήσετε "online tools" στο Διαδίκτυο (π.χ.

<https://www.zweigmedia.com/simplex/simplex.php?lang=en>).



Δίκτυο τοπολογίας δακτυλίου.

Επεξήγηση Διαδρομών (με βάση το σχήμα):
Π.χ. η υπ' αριθμ. $r = 3$ διαδρομή (1 4), από το τερματικό κέντρο 1 προς το 4, υλοποιείται ως εξής: (1 1 4 4). Π.χ. η υπ' αριθμ. $r = 7$ διαδρομή (3 4 1), υλοποιείται ως εξής: (3 3 4 1 1), κ.ο.κ.
Προσοχή στην διάκριση πλαγίων και μη πλαγίων συμβόλων.

Πίνακας «Δρομολόγησης της κίνησης»

A/A	Διαδρομές	w_r (trunks)	Νέα w_r (trunks)	Νέα w_r (trunks)
$r(1)$	1 2	10	3	5
$r(2)$	1 4 3	10	4	4
$r(3)$	1 4	10	5	5
$r(4)$	2 1	10	6	6
$r(5)$	2 3	10	7	10
$r(6)$	2 1 4	10	9	9
$r(7)$	3 4 1	10	10	10
$r(8)$	3 2	10	10	11
$r(9)$	3 4	10	11	10
$r(10)$	4 1	10	12	10
$r(11)$	4 1 2	10	11	10
$r(12)$	4 3	10	11	10

Πίνακας «Χωρητικότητα Κλάδων»

Κλάδος	Εγκατεστημένη Χωρητικότητα (trunks/bandwidth)	(B) Χρήση Χωρητικότητας (trunks/bandwidth)	(Γ) Χρήση Χωρητικότητας (trunks/bandwidth)
(1, 1)	6		
(2, 2)			
(3, 3)			
(4, 4)			
(1, 2)			
(2, 3)			
(3, 4)			
(4, 1)			

Απάντηση ΘΕΜΑΤΟΣ 1

A.

Πίνακας «Χωρητικότητα Κλάδων»

Κλάδος	Εγκατεστημένη Χωρητικότητα (trunks/bandwidth)	(B) Χρήση Χωρητικότητας (trunks/bandwidth)	(Γ) Χρήση Χωρητικότητας (trunks/bandwidth)
(1, 1)	$r(1)+r(2)+r(3)+r(4)+r(7)+r(10)=$ $=60$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$		
(2, 2)	$r(1)+r(4)+r(5)+r(6)+r(8)+r(11)=$ $=$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$		
(3, 3)	$r(2)+r(5)+r(7)+r(8)+r(9)+r(12)=$ $=60$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$		
(4, 4)	$r(3)+r(6)+r(9)+r(10)+r(11)+r(12)=$ $=60$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$		
(1, 2)	$r(1)+r(4)+r(6)+r(11)=$ $=40$ trunks= $40 \cdot 64\text{kbps}=2560\text{kbps}$		
(2, 3)	$r(5)+r(8)=$ $=20$ trunks= $20 \cdot 64\text{kbps}=1280\text{kbps}$		
(3, 4)	$r(2)+r(7)+r(9)+r(12)=$ $=40$ trunks= $40 \cdot 64\text{kbps}=2560\text{kbps}$		
(4, 1)	$r(2)+r(3)+r(6)+r(7)+r(10)+r(11)=$ $=60$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$		

B.

Ο κώδικας είναι:

Maximize $p = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8 + r_9 + r_{10} + r_{11} + r_{12}$ subject to $r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_7 + r_{10} \leq 60$,
 $r_1 + r_4 + r_5 + r_6 + r_8 + r_{11} \leq 60$, $r_2 + r_5 + r_7 + r_8 + r_9 + r_{12} \leq 60$, $r_3 + r_6 + r_9 + r_{10} + r_{11} + r_{12} \leq 60$, $r_1 + r_4 + r_6 + r_{11} \leq 40$,
 $r_5 + r_8 \leq 20$, $r_2 + r_7 + r_9 + r_{12} \leq 40$, $r_2 + r_3 + r_6 + r_7 + r_{10} + r_{11} \leq 60$, $r_1 = 3$, $r_2 = 4$, $r_3 = 5$, $r_4 = 6$, $r_5 = 7$, $r_6 = 9$, $r_7 = 10$,
 $r_8 = 10$, $r_9 = 11$, $r_{10} = 12$, $r_{11} = 11$, $r_{12} = 11$

Και η λύση είναι:

Optimal solution: $p = 99$; $r_1 = 3$, $r_{10} = 12$, $r_{11} = 11$, $r_{12} = 11$, $r_2 = 4$, $r_3 = 5$, $r_4 = 6$, $r_5 = 7$, $r_6 = 9$, $r_7 = 10$, $r_8 = 10$, $r_9 = 11$

Enter a linear programming problem below. (Press "Examples" to cycle through some problems already set up.) Then press "Solve".

Maximize $p = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8 + r_9 + r_{10} + r_{11} + r_{12}$ subject to $r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_7 + r_{10} \leq 60$,
 $r_1 + r_4 + r_5 + r_6 + r_8 + r_{11} \leq 60$, $r_2 + r_5 + r_7 + r_8 + r_9 + r_{12} \leq 60$, $r_3 + r_6 + r_9 + r_{10} + r_{11} + r_{12} \leq 60$, $r_1 + r_4 + r_6 + r_{11} \leq 40$,
 $r_5 + r_8 \leq 20$, $r_2 + r_7 + r_9 + r_{12} \leq 40$, $r_2 + r_3 + r_6 + r_7 + r_{10} + r_{11} \leq 60$, $r_1 = 3$, $r_2 = 4$, $r_3 = 5$, $r_4 = 6$, $r_5 = 7$, $r_6 = 9$, $r_7 = 10$,
 $r_8 = 10$, $r_9 = 11$, $r_{10} = 12$, $r_{11} = 11$, $r_{12} = 11$

Solution:

Optimal solution: $p = 99$; $r_1 = 3$, $r_{10} = 12$, $r_{11} = 11$, $r_{12} = 11$, $r_2 = 4$, $r_3 = 5$, $r_4 = 6$, $r_5 = 7$, $r_6 = 9$, $r_7 = 10$, $r_8 = 10$, $r_9 = 11$

Solve Examples Erase everything

Άρα υπάρχει λύση.

Γ.

Ο κώδικας είναι:

Maximize $p = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8 + r_9 + r_{10} + r_{11} + r_{12}$ subject to $r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_7 + r_{10} \leq 60$,
 $r_1 + r_4 + r_5 + r_6 + r_8 + r_{11} \leq 60$, $r_2 + r_5 + r_7 + r_8 + r_9 + r_{12} \leq 60$, $r_3 + r_6 + r_9 + r_{10} + r_{11} + r_{12} \leq 60$, $r_1 + r_4 + r_6 + r_{11} \leq 40$,
 $r_5 + r_8 \leq 20$, $r_2 + r_7 + r_9 + r_{12} \leq 40$, $r_2 + r_3 + r_6 + r_7 + r_{10} + r_{11} \leq 60$, $r_1 = 5$, $r_2 = 4$, $r_3 = 5$, $r_4 = 6$, $r_5 = 10$, $r_6 = 9$, $r_7 = 10$,
 $r_8 = 11$, $r_9 = 10$, $r_{10} = 10$, $r_{11} = 10$, $r_{12} = 10$

Και η λύση είναι:

No solution; feasible region empty

Enter a linear programming problem below. (Press "Examples" to cycle through some problems already set up.) Then press "Solve".

Maximize $p = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8 + r_9 + r_{10} + r_{11} + r_{12}$ subject to $r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_7 + r_{10} \leq 60$,
 $r_1 + r_4 + r_5 + r_6 + r_8 + r_{11} \leq 60$, $r_2 + r_5 + r_7 + r_8 + r_9 + r_{12} \leq 60$, $r_3 + r_6 + r_9 + r_{10} + r_{11} + r_{12} \leq 60$, $r_1 + r_4 + r_6 + r_{11} \leq 40$,
 $r_5 + r_8 \leq 20$, $r_2 + r_7 + r_9 + r_{12} \leq 40$, $r_2 + r_3 + r_6 + r_7 + r_{10} + r_{11} \leq 60$, $r_1 = 5$, $r_2 = 4$, $r_3 = 5$, $r_4 = 6$, $r_5 = 10$, $r_6 = 9$, $r_7 = 10$,
 $r_8 = 11$, $r_9 = 10$, $r_{10} = 10$, $r_{11} = 10$, $r_{12} = 10$

Solution:

No solution; feasible region empty

Solve Examples Erase everything

Άρα **ΔΕΝ** υπάρχει λύση.

Δ.

Πίνακας «Χωρητικότητα Κλάδων»

Κλάδος	Εγκατεστημένη Χωρητικότητα (trunks/bandwidth)	(Β) Χρήση Χωρητικότητας (trunks/bandwidth)	(Γ) Χρήση Χωρητικότητας (trunks/bandwidth) Δεν υπάρχει λύση
(1, 1)	$r(1)+r(2)+r(3)+r(4)+r(7)+r(10)=$ $=60$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$	$=3+4+5+6+10+12=$ $=40 \cdot 64\text{kbps}=2560\text{kbps}$	
(2, 2)	$r(1)+r(4)+r(5)+r(6)+r(8)+r(11)=$ $=$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$	$=3+6+7+9+10+11=$ $=46 \cdot 64\text{kbps}=2944\text{kbps}$	
(3, 3)	$r(2)+r(5)+r(7)+r(8)+r(9)+r(12)=$ $=60$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$	$=4+7+10+10+11+11=$ $=53 \cdot 64\text{kbps}=3392\text{kbps}$	
(4, 4)	$r(3)+r(6)+r(9)+r(10)+r(11)+r(12)=$ $=60$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$	$=5+9+11+12+11+11=$ $=59 \cdot 64\text{kbps}=3776\text{kbps}$	
(1, 2)	$r(1)+r(4)+r(6)+r(11)=$ $=40$ trunks= $40 \cdot 64\text{kbps}=2560\text{kbps}$	$=3+6+9+11=$ $=29 \cdot 64\text{kbps}=1856\text{kbps}$	
(2, 3)	$r(5)+r(8)=$ $=20$ trunks= $20 \cdot 64\text{kbps}=1280\text{kbps}$	$=7+10=$ $=17 \cdot 64\text{kbps}=1088\text{kbps}$	
(3, 4)	$r(2)+r(7)+r(9)+r(12)=$ $=40$ trunks= $40 \cdot 64\text{kbps}=2560\text{kbps}$	$=4+10+11+11=$ $=36 \cdot 64\text{kbps}=2304\text{kbps}$	
(4, 1)	$r(2)+r(3)+r(6)+r(7)+r(10)+r(11)=$ $=60$ trunks= $60 \cdot 64\text{kbps}=3840\text{kbps}$	$=4+5+9+10+12+11=$ $=51 \cdot 64\text{kbps}=3264\text{kbps}$	

